

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

#### **TEMA:**

---

**ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PARTES DE  
UN CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K EN LA EMPRESA ESP  
COMPLETION TECHNOLOGIES S.A Y SU INCIDENCIA EN LOS  
TIEMPOS DE ENTREGA.**

---

Informe de investigación presentada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

#### **AUTOR:**

Bayron Israel Miranda Camacho

#### **TUTOR:**

Ing. Fabián Sarmiento Ortiz

QUITO – ECUADOR

2017

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de DIRECTOR del Proyecto: “ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PARTES DE UN CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K EN LA EMPRESA ESP COMPLETION TECHNOLOGIES S.A Y SU INCIDENCIA EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA” presentada por el ciudadano: Bayron Israel Miranda Camacho, estudiante del programa de Ingeniería Industrial de la “**Universidad Tecnológica Indoamérica**”, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la revisión y evaluación respectiva por parte del Tribunal de Grado, que se designe para su correspondiente estudio y calificación.

Quito,.....

TUTOR

Ing. Fabián Sarmiento Ortiz

CI: 010439391-3

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Bayron Israel Miranda Camacho, declaro ser autor del proyecto de titulación titulado “ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PARTES DE UN CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K EN LA EMPRESA ESP COMPLETION TECHNOLOGIES S.A Y SU INCIDENCIA EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios de RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Parciales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a lo (días), del mes de (mes) de (año), firmo conforme:

AUTOR: Bayron Israel Miranda Camacho

Firma

Número de Cédula: CI: 220001520-0

Dirección: Machala Oe9-140 y Cachabi

Correo Electrónico: [b.mirandac1520@hotmail.com](mailto:b.mirandac1520@hotmail.com)

Teléfono: 0990148108

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Luego de analizar el trabajo de grado “ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PARTES DE UN CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K EN LA EMPRESA ESP COMPLETION TECHNOLOGIES S.A Y SU INCIDENCIA EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA” del señor estudiante BAYRON ISRAEL MIRANDA CAMACHO, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial, se ha determinado que el presente trabajo de investigación reúne todos los requisitos de fondo y de forma para que el señor estudiante pueda presentarse a la defensa respectiva el momento que el Consejo Directivo lo disponga.

Quito,.....

F.....

**PRESIDENTE**

F.....

**VOCAL**

F.....

**VOCAL**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por darme salud, fortaleza, paciencia y perseverancia que han sido fundamentales en esta etapa de mi vida.

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, Facultad de Ingeniería Industrial por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional dentro de sus aulas.

A todos mis familiares por el apoyo incondicional, por la compañía y la confianza brindada, por ser parte de mí vivir diario, por su esfuerzo y dedicación para hacerme una persona con formación moral y profesional.

Al grupo de compañeros de la promoción “9A” que sin lugar a dudas fueron unos de los principales pilares que nunca declinaron ante las circunstancias adversas del convivir diario como estudiantes.

**Bayron Miranda.**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo quiero dedicar en especial a DIOS que con su bendición y protección ha permitido que logre culminar con éxito una etapa más en mi vida; a mis padres por siempre saber guiarme por el buen camino y brindarme su amor y apoyo incondicional; a todos los docentes de la UTI por impartir sus conocimientos con sus alumnos y confiar en cada uno de nosotros; al Ing. Fabián Sarmiento tutor de tesis que ha sido eje fundamental para impulsar el desarrollo de este proyecto y permitir completar un sueño muy anhelado.

**Bayron Miranda.**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA.....	xvi
SUMMARY .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	2
<b>EL PROBLEMA</b> .....	2
Tema:.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Contextualización.....	3
Macro .....	3
Meso.....	4
Micro .....	5
Árbol de problemas .....	6
Análisis crítico .....	7
Prognosis .....	8
Formulación del problema .....	9
Interrogantes de la investigación.....	10
Delimitación del objeto de la investigación .....	10
Delimitación Espacial .....	10

Delimitación temporal.....	10
Unidades de observación.....	10
Justificación.....	11
<b>OBJETIVOS</b> .....	13
Objetivo General .....	13
Objetivos específicos .....	13
<b>CAPÍTULO II</b> .....	14
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	14
Antecedentes Investigativos.....	14
Fundamentaciones.....	18
Técnica – Tecnológica .....	18
Legal.....	20
Organizador lógico de variables .....	24
Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	25
Constelación de Ideas de la Variable Dependiente .....	26
<b>INGENIERÍA INDUSTRIAL</b> .....	27
<b>PROCESOS</b> .....	28
Proceso de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K ..	29
Cabezal de pozo .....	30
Materia prima .....	30
Control de calidad .....	31
Mano de obra.....	33
Máquinas herramientas .....	33
<b>GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b> .....	36
<b>PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b> .....	37
Tiempos de entrega .....	39
Talento humano.....	39
Métodos de construcción.....	40
Mantenimiento industrial .....	40
Capacidad instalada.....	41
Hipótesis.....	42
Señalamiento de Variable .....	42



Definición de Términos Técnicos .....	42
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>44</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>44</b>
Enfoque de la modalidad.....	44
Cualitativo .....	44
Cuantitativo .....	44
Características .....	44
Función.....	45
Modalidad básica de la investigación .....	45
Bibliografía – documental.....	45
De campo .....	46
Características .....	46
Experimental .....	46
Tipo de investigación .....	47
Asociación de variables.....	47
Población y muestra .....	49
Población.....	49
Homogeneidad .....	50
Tiempo .....	50
Espacio .....	50
Matriz de Operacionalización de la variable independiente .....	52
Matriz de Operacionalización de la variable dependiente .....	53
Recolección de la información.....	54
Procesamiento y análisis .....	55
Aplicación de instrumentos de recolección de la información .....	56
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>57</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
Análisis de cuadros y gráficos estadísticos .....	59
Las Verificación de hipótesis .....	70
Conclusiones y recomendaciones .....	79
Conclusiones .....	79

Recomendaciones.....	80
<b>CAPÍTULO V</b> .....	81
<b>PROPUESTA</b> .....	81
Tema:.....	81
Datos Informativos.....	81
Antecedentes de la propuesta .....	82
Objetivos .....	84
Objetivo general.....	84
Objetivos Específicos.....	84
Justificación de la propuesta .....	85
Estudio Delphi.....	87
Organigrama de ESP Completion Technologies S.A. ....	94
Diagrama de flujo actual del área de fabricación.....	95
Esquema del Sistema de Gestión de Mantenimiento .....	96
Desarrollo de la propuesta.....	97
Programación .....	97
Parámetros de control en los Mantenimientos de las máquinas herramientas. ....	99
Análisis de modos de fallos y efectos .....	100
Actividades de las máquinas herramientas .....	104
Diagrama de Pareto .....	106
Análisis de averías.....	110
Establecer el tipo de mantenimiento y por qué .....	110
Inventario de repuestos a mantener en stock.....	112
Inventario de repuestos .....	114
Diagrama de flujo propuesto para el área de fabricación.....	116
Cronograma de actividades .....	117
Instructivo de Mantenimiento de Máquinas Herramientas .....	120
Instructivo de Mantenimiento de Torno.....	124
Instructivo de Mantenimiento de Fresadora.....	138
Instructivo de Mantenimiento de Taladro.....	145
Instructivo de Mantenimiento de Mandrinadora.....	152
Registro Diario de Mantenimiento.....	160

Hoja de Funcionamiento de la Máquina .....	161
Orden de trabajo de Mantenimiento.....	162
Reporte de Mantenimiento.....	163
Planificación de Mantenimientos .....	164
Instructivo de capacitaciones para el área de fabricación .....	165
Plan Anual de Capacitaciones.....	172
Planificación de Capacitación .....	173
Eficacia de la Capacitación .....	174
Evaluación del taller.....	175
Acción y Capacitación .....	176
Evaluación del Operario.....	177
Beneficio de la Propuesta.....	178
Impacto Ambiental.....	179
Evaluación económica .....	179
Conclusiones y recomendaciones .....	180
Conclusiones .....	180
Recomendaciones.....	181
Bibliografía .....	182
Anexos.....	184

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Árbol de problemas .....	6
Figura N° 2: Organizador Lógico de variables .....	24
Figura N° 3: Constelación de ideas de la variable independiente .....	25
Figura N° 4: Constelación de ideas de la variable dependiente .....	26
Figura N° 5: Torno vertical CW62100E .....	35
Figura N° 6: Taladro Z 5040 ET Engranado.....	35
Figura N° 7: Fresadora X6323A 9" x 49".....	36
Figura N° 8: Insumos requeridos por el sistema de planeación de la producción	38
Figura N° 9: Análisis de tiempos muertos por mantenimientos correctivos.....	67
Figura N° 10: Diagrama de Pareto sobre tiempos muertos.....	69
Figura N° 11: Capacidad de producción .....	72
Figura N° 12: Tiempo actual versus tiempo esperado .....	74
Figura N° 13: Tiempos promedio de los procesos que intervienen en la construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.....	77
Figura N° 14: Organigrama de procesos de la Empresa ESP Completion Technologies S.A. ....	94
Figura N° 15: Diagrama de flujo actual del área de fabricación.....	95
Figura N° 16: Esquema de Sistema de Gestión de Mantenimiento .....	96
Figura N° 17: Diagrama de Pareto del Torno .....	106
Figura N° 18: Diagrama de Pareto de la Mandrinadora.....	108
Figura N° 19: Niveles de Mantenimiento .....	111
Figura N° 20: Diagrama de flujo propuesto para el área de fabricación.....	116
Figura N° 21: Torno PINACHO Modelo S-90/310- 155.....	124
Figura N° 22: Visor del nivel del cabezal .....	127
Figura N° 23: Carro transversal .....	128
Figura N° 24: Pórtico de drenaje.....	128
Figura N° 25: Partes del Torno que se deben realizar Mantenimiento .....	130
Figura N° 26: Correos del Torno .....	131
Figura N° 27: Tensores para nivelar el Torno.....	132
Figura N° 28: Tensores para nivelar el Torno.....	132

Figura N° 29: Carro Transversal .....	133
Figura N° 30: Ajuste de tuerca charriot .....	134
Figura N° 31: Ajuste de tuerca transversal .....	135
Figura N° 32: Fresadora Topone modelo TOM-2SG, TOM-2VSG .....	138
Figura N° 33: Puerto de lubricación .....	141
Figura N° 34: Puerto de lubricación y visor de aceite .....	143
Figura N° 35: Taladro Radial CARLTO modelo 5" ARM-15" COL.....	145
Figura N° 36: Visor del nivel de aceite del cabezal .....	147
Figura N° 37: Lugares para aceitar .....	148
Figura N° 38: Tapón de drenaje de aceite del cabezal .....	148
Figura N° 39: Pórtico de drenaje del divisor.....	150
Figura N° 40: Mandrinadora WOTAN IBÉRICA Long 70" x 50" .....	152
Figura N° 41: Visor de caja de velocidades y de caja de avance .....	155
Figura N° 42: Sitios donde se deben aceitar .....	156
Figura N° 43: Pórtico de drenaje de la mesa giratoria .....	157

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Datos de la población .....	49
Tabla N° 2: Matriz de Operacionalización de la variable independiente .....	52
Tabla N° 3: Matriz de Operacionalización de la variable independiente .....	53
Tabla N° 4: Máquinas del área de fabricación .....	59
Tabla N° 5: Datos obtenidos durante la construcción del primer cabezal .....	61
Tabla N° 6: Datos obtenidos durante la construcción del segundo cabezal.....	62
Tabla N° 7: Datos obtenidos durante la construcción del tercer cabezal .....	63
Tabla N° 8: Datos obtenidos durante la construcción del cuarto cabezal. ....	65
Tabla N° 9: Tiempos muertos en el proceso de construcción .....	66
Tabla N° 10: Porcentaje de influencia en los tiempos de construcción .....	68
Tabla N° 11: Tiempos muertos en el proceso de construcción .....	69
Tabla N° 12: Productividad y eficiencia .....	71
Tabla N° 13: Datos para verificar hipótesis .....	73
Tabla N° 14: Chi Cuadrado.....	75
Tabla N° 15: Características de los expertos para su selección .....	88
Tabla N° 16: Expertos seleccionados.....	88
Tabla N° 17: Actividades necesarias en un sistema de gestión de mantenimiento. .....	92
Tabla N° 18: Periodos de mantenimiento .....	92
Tabla N° 19: Información necesaria en un reporte de mantenimiento .....	93
Tabla N° 20: Parámetros de revisión durante el Mantenimiento de las Máquinas herramientas .....	99
Tabla N° 21: Formato de análisis de modo de fallos y efectos.....	101
Tabla N° 22: Actividades de las Máquinas herramientas .....	105
Tabla N° 23: Tipos de defectos del Torno .....	106
Tabla N° 24: Tipos de defectos de la Mandrinadora.....	107
Tabla N° 25: Inventario de Repuestos .....	114
Tabla N° 26: Cronograma de actividades del mes de agosto.....	117
Tabla N° 27: Cronograma de actividades del mes de septiembre.....	118
Tabla N° 28: Cronograma de actividades del mes de octubre .....	119

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA: “ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PARTES DE UN CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K EN LA EMPRESA ESP COMPLETION TECHNOLOGIES S.A Y SU INCIDENCIA EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA.”

**Autor:** Bayron Israel Miranda Camacho

**Tutor:** Ing. Fabián Sarmiento Ortiz

**RESUMEN EJECUTIVO**

Esta investigación se enfoca en los estudios de los procesos de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y su incidencia en los tiempos de entrega en la empresa ESP Completion Technologies S.A. Este estudio se centró principalmente en los procesos del área de fabricación puesto que es ahí donde existen demoras importantes en la construcción de las partes del cabezal; lo antes mencionado tiene su importancia ya que la empresa necesita disminuir los tiempos de entrega para mantener el trabajo actual y evitar incurrir en gastos adicionales por incumplimientos de entregas en fecha establecidas, dónde existen diferentes beneficiarios como los directivos de la empresa y el personal operativo puesto que en ambos casos mantendrían sus ingresos económicos actuales. Luego de terminar con el análisis de los factores que intervienen en las demoras del proceso investigativo, se presenta una propuesta que permita disminuir los tiempos de entrega de las partes del cabezal de pozo 3 1/8 5K, y aumente la productividad del área de fabricación, siendo la misma el diseño de un plan de mantenimiento para las máquinas herramientas que intervienen en el proceso de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y realizar un plan de capacitación para los operadores del área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, esta permitirá evitar las paras de las máquinas herramientas durante la construcción y además garantizará que los operadores disminuyan los errores ya que tendrán conocimientos sólidos de diferentes aspectos de gran importancia para sus labores diarias, de esta manera la empresa obtendrá mayores réditos económicos y estará en capacidad de aumentar la producción de partes de cabezales.

DESCRIPTORES: Cabezal de pozo, procesos, tiempos, productividad.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA: “ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PARTES DE UN CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K EN LA EMPRESA ESP COMPLETION TECHNOLOGIES S.A Y SU INCIDENCIA EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA.”

**Autor:** Bayron Israel Miranda Camacho

**Tutor:** Ing. Fabián Sarmiento Ortiz

**SUMMARY**

This research focuses on studies of the processes of construction of parts of wellhead Multibowl 3 1/8 5K, and its impact on delivery times in the company ESP Completion Technologies S.A. This study focused primarily on the processes of manufacturing area since this is where there are significant delays in the construction of the head parts; the above has its importance as the company needs to reduce delivery times to keep the current job and avoid incurring additional costs for breach of deliveries date set, where different beneficiaries as company managers and operational staff there since in both cases they keep their current income. After finishing the analysis of the factors involved in the delays in the investigative process, a proposal to reduce delivery times of parts of the wellhead 3 1/8 5K, and increase the productivity of manufacturing area presents , with the same design a maintenance plan for machine tools involved in the construction process of the parts of wellhead Multibowl 3 1/8 5K, and conduct a training plan for operators in the manufacturing area the company ESP Completion Technologies SA, this will avoid the stop of machine tools during construction and also ensure that operators reduce errors as they will have solid knowledge of different aspects of great importance to their daily work, so the company will higher economic returns and will be able to increase production of parts of heads.

DESCRIPTORS: Wellhead, processes, times, productivity.



## INTRODUCCIÓN

La empresa ESP Completion Technologies S.A, ubicada en la ciudad de Quito, está especializada en la fabricación de cabezales de pozo, equipos de completación y además de una gran variedad de accesorios para aplicaciones en Bombeo Electro Sumergible a un precio competitivo y manejándose bajo estándares internacionales de calidad.

En busca siempre de la mejora continua dedica recursos para la investigación, estos estudios permitirán mejorar los diferentes procesos de la empresa llegando a obtener una eficiente productividad. Con el fin de realizar estas actividades es importante realizar una planificación mediante el cual la empresa esté en la capacidad de diseñar planes de acción, los mismos que le permitan alcanzar las metas trazadas a corto, mediano y largo plazo.

El proyecto más rentable para ESP Completion Technologies S.A, es la fabricación de cabezales de pozo, Multibowl 3 1/8 5K. Por lo cual la empresa está en la necesidad de elaborar un método donde se repasen diferentes escenarios de producción, mediante estos estudios determinar la capacidad de producción de la planta estimando los tiempos de entregas óptimos, para evitar incurrir en multas de nuestros clientes.

Es de vital importancia realizar el estudio donde se destaca la necesidad de optimizar la planificación y el control de la producción, mediante este, determinar la capacidad de producción actual y optimizar los procesos para la producción del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, También debe estar en la capacidad de adaptarse a otros escenarios que puedan presentarse con el pasar del tiempo.

**Capítulo I: El problema:** Comprende: tema de tesis, planteamiento del problema donde se analiza a nivel macro, meso y micro, árbol de problemas, análisis crítico, prognosis, justificación, objetivos general y objetivos específicos.

**Capítulo II: Marco teórico:** Comprende: antecedentes investigativos, fundamentaciones, graficas de inclusión, constelación de ideas de las variables independiente y dependiente, desarrollo del marco teórico, hipótesis y señalamiento de variables.

**Capítulo III: Metodología:** Comprende: metodología, enfoque de la modalidad, modalidad básica de la investigación, niveles o tipos de investigación, población y muestra, operacionalización de la variable independiente y de la variable dependiente, plan de recolección de la información y aplicación de instrumentos de recolección de la información.

**Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados:** Comprende: procesamiento y análisis de la información, análisis de cuadros, análisis de gráficos estadísticos, verificación de hipótesis, Conclusiones y Recomendaciones de la investigación.

**Capítulo V: Propuesta:** Comprende: datos informativos, antecedentes de la propuesta, objetivos, justificación, organigrama de la empresa, metodología, parámetros de control de Mantenimientos en las máquinas herramientas, análisis de modos de fallos y efectos, actividades de las máquinas herramientas, diagrama de Pareto, análisis de fiabilidad y disponibilidad de las máquinas, inventario de stock de repuestos, cronograma de actividades, instructivo de mantenimiento de máquinas herramientas, instructivo de capacitaciones, conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Tema:**

“ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE PARTES DE UN CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K EN LA EMPRESA ESP COMPLETION TECHNOLOGIES S.A Y SU INCIDENCIA EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA”

#### **Línea de investigación**

**Empresarialidad y productividad.-** Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines. ([www.uti.edu.ec](http://www.uti.edu.ec))

En el estudio a realizar se utilizará la línea de investigación enfocada a la empresarialidad y productividad, con el objetivo de encontrar efectos positivos para utilizarlos en los procesos de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, lo cual ayudara a mejorar la productividad de la empresa ESP Completion Technologies S.A, en la ciudad de Quito.

Al realizar esta investigación se pretende conseguir resultados favorables para los procesos y mejorar los tiempos de construcción, lo cual permitirá disminuir los retrasos en las entregas del producto a sus clientes.

## **Planteamiento del problema**

### **Contextualización**

#### **Macro**

Con el pasar del tiempo todas las empresas dedicadas a la construcción de cabezales de pozo a nivel **nacional** se van interesando por estar en constante evolución, lo cual les permita tener procesos productivos y competitivos, los mismos que ayuden a sacar ventajas sobre sus competencias directas y ganar una mejor ubicación en el mercado donde ofrecen sus productos.

En **Ecuador** en los últimos años han venido cambiando las condiciones políticas, tecnológicas y ecológicas lo cual encamina a empresarios y gerentes de las empresas dedicadas a dar servicios petroleros, realizar estudios profundos que les consientan alcanzar diversas ventajas competitivas, de esta manera ampliar sus ventas y consolidarse en el mercado. Para lograr lo mencionado anteriormente dichos directivos tendrán que revisar todos y cada uno de los procesos en sus empresas y deberán encontrar los puntos de mejora, que al reestructurarlos permitirán disminuir gastos y aumentar la producción a niveles deseados.

Es por tal motivo que las empresas productoras de cabezales de pozo, están en la necesidad de optimizar sus recursos en sus diferentes procesos: construcción, control dimensional, marcaje, pruebas y embalaje, sin dejar de preocuparse por la calidad con la que deben contar todos sus productos, que a mediano y largo plazo es lo que permite que las empresas se mantengan en el tiempo. Según (Goñi Zabala, 2012) “en la mayoría de las ocasiones son los cambios que se producen en este ambiente abierto y exterior a las empresas, los

que transforman las posiciones relativas de las mismas en términos de competitividad” (p. 142).

## **Meso**

Actualmente en la provincia de **Pichincha** se encuentran ubicadas dos empresas dedicadas a la construcción de cabezales de pozo y accesorios petroleros, al encontrarse en un lugar estratégico les permite adquirir materia prima y consumibles a la mayor brevedad posible, teniendo una amplia ventaja sobre otras empresas ubicadas en el **Oriente** ecuatoriano.

Al notar una gran disminución en la venta de sus productos por la caída del precio del petróleo, las empresas mencionadas deben reducir los costos de producción en cada uno de sus productos, y tener claramente definidos los tiempos que tardan en fabricar y entregar sus pedidos al cliente ya que Petro-Amazonas con el fin de garantizar la recepción oportuna de sus pedidos a creado contratos en los cuales hace notar que cobrará un determinado porcentaje por los retrasos en que incurrieran sus proveedores. Es por tal razón que los accionistas han dado directrices a los gerentes, de realizar estudios en los procesos de construcción de partes de cabezales de pozo, y determinar los puntos críticos donde sea posible disminuir tiempos y costos de producción, con el fin de tener capacidad para ofertar sus productos a menor tiempo y precio que la competencia.

Los precios con los cuales cotizan sus productos las empresas, juegan un rol muy importante ya que dependen de ellos para lograr adquirir contratos considerables que les permita continuar entregando sus bienes y servicios a aquellos clientes que en busca de disminuir costos en sus operaciones, condicionan a sus proveedores para que disminuyan los precios; y así, puedan ser los que se queden con los pocos contratos que surgen en la actualidad. Es por este motivo que las organizaciones se ven obligadas a disminuir costos en todos sus procesos con el fin de alcanzar a entregar productos y servicios a menor precio.

## Micro

En relación con lo descrito antes, el actual estudio se lo realizara en la empresa ESP Completion Technologies S.A, que se encuentra ubicada en la ciudad de **Quito** sector Cochapamba Norte, calles Industrial y Eucaliptos Oe8-163, la misma que se dedica a la fabricación de cabezales de pozo, equipos especiales para completación y suministra una gran variedad de accesorios para aplicaciones en Bombeo Electro Sumergible (BES). Hace nueve años inicia sus actividades productivas en nuestro país, la empresa empieza fabricando piezas ocasionales y de a poco va incursionando en la industria petrolera.

El estudio está enfocado a la línea de investigación basada en la empresarialidad y productividad, ya que actualmente ESP Completion Technologies S.A, requiere realizar un estudio de los procesos de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y su incidencia en los tiempos de entrega. Tomando en cuenta que actualmente la empresa tiene procesos defectuosos que no aportan en gran cantidad a la optimización de tiempos y costos en la construcción de partes de cabezales, por dichos motivos se ha visto afectada gravemente con retrasos en las entregas lo que ha llevado a pérdidas de contratos esenciales para la subsistencia de la organización. Además la empresa está en la obligación de realizar mejoras en cada uno de sus procesos, los mismos que le permitan apegarse y cumplir cada uno de los puntos estipulados en su Sistema de Gestión de Calidad, asegurándose que a corto plazo este en posibilidad de aumentar su productividad y tenga la capacidad de competir en igualdad de condiciones con otras empresas proveedoras de los mismos servicios. Es conveniente mencionar que la organización tuvo problemas serios de retrasos en las entregas de cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en el último contrato brindado por su cliente estrella (Petro-Amazonas), lo dicho anteriormente ha permitido que ESP Completion Technologies S.A, tenga que cancelar grandes sumas de dinero por el pago de multas debido a atrasos en las entregas.

### Árbol de problemas

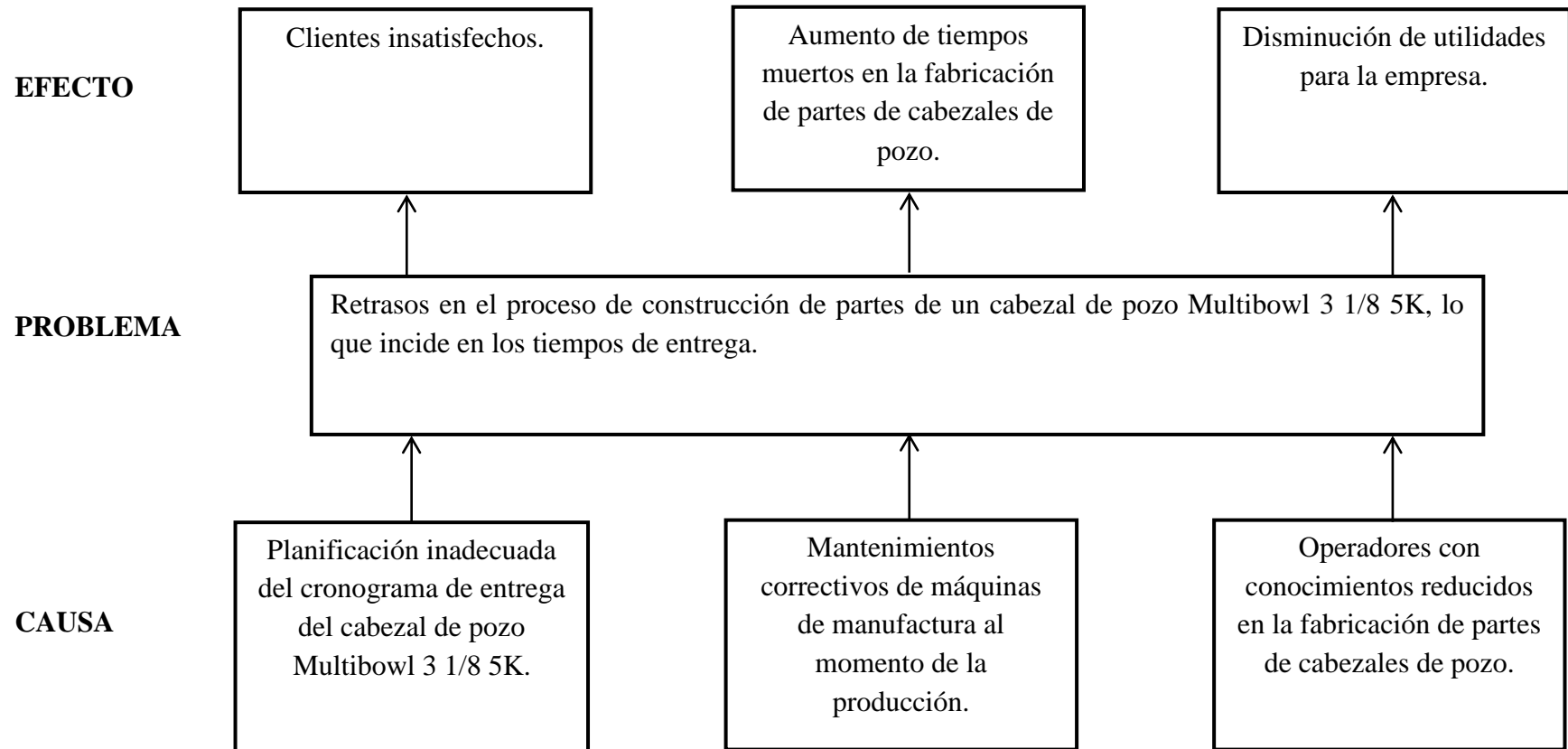


Figura N° 1: Árbol de problemas  
Elaborado por: El investigador

### **Análisis crítico**

Deduciendo las variables independientes y dependientes del problema planteado se podría decir, que la empresa en la cual se realizará la investigación, tiene varias falencias en lo que se refiere a la organización en la construcción de partes de cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K, esto se ha generado por el descuido de los directivos en la mejora continua de los procesos.

Cabe recalcar que la organización viene teniendo diferentes problemas en sus diferentes procesos y es notable que parte desde la planificación inadecuada del cronograma de entrega del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K. El área de ventas de la empresa firma acuerdos de entrega de los cabezales de pozo sin conocer a ciencia cierta el tiempo real de producción de cada parte del cabezal, lo cual les permitiría tener el tiempo total de producción de cada equipo listo para entrega, además las personas encargadas de los diferentes procesos no están tomando en cuenta durante la planificación todos los tiempos muertos y todos los puntos de retrasos que sucederían hasta que llegue la materia prima a la empresa, por tal razón se evidencia que los pedidos de materia prima lo están realizando a destiempo y desde ahí parte para que la organización recaiga en retrasos en las entregas. Es conveniente indicar que gran parte de la demora se da cuando el proceso de Control de Calidad interviene para la liberación de la materia prima, no existe la correcta planificación para realizar los ensayos destructivos y tener los resultados en el tiempo necesario para asegurar que las especificaciones de material sean las correctas y poder dar la certificación para que pueda continuar el siguiente proceso.

Otra de las falencias que actualmente tiene la organización es en el área de Fabricación, donde es notable que los mantenimientos correctivos de las máquinas de manufactura se realizan al momento de la producción, el uso constante de las máquinas y la falta de mantenimientos preventivos están provocando la paralización durante horas laborables, sin lugar a dudas aumentando considerablemente los tiempos muertos durante la fabricación de partes de



cabezales de pozo, es necesario mencionar que la empresa no cuenta con un stock de los repuestos que se utilizan frecuentemente en las reparaciones, por esta razón al momento de un mantenimiento correctivo el área encargada pierde gran cantidad de tiempo hasta pedir cotizaciones y que las mismas sean aprobadas.

Adicional a todo lo expuesto antes, se suma la falta de conocimiento en la fabricación de partes de cabezales de pozo por parte de los operadores en el área de Fabricación, esto causa que existan demasiadas piezas rechazadas por el área de Control de Calidad, ya que no cumplen con todas especificaciones tanto en medidas exactas y acabados que sugiere el área de Diseño, todos estos inconvenientes terminan provocando que las partes de cabezales de pozo ingresen a un reproceso, donde intervienen nuevos tiempos de máquinas, hora-hombre y aumenta significativamente el costo del producto final, por lo que la organización se ve afectada tanto en retrasos en sus entregas y la disminución de sus ganancias.

Al analizar detenidamente las causas del problema en estudio y los efectos que está produciendo, es fácil notar que la empresa está en la obligación de mejorar e innovar sus procesos de construcción de partes de cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K, para optimizar sus recursos y lograr ser competitivos, lo cual permitirá adaptarse fácilmente al mercado actual del país.

### **Prognosis**

De seguir con una planificación inadecuada para el cronograma de entrega del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, la empresa continuaría teniendo problemas en lo que se refiere a retrasos de los pedidos de materia prima, esto causa que todos los procesos que continúan con la cadena de valor desde ya estén retrasados en sus operaciones y posteriormente desencadenaría en el incumplimiento de la entrega de sus productos en el tiempo acordado entre la empresa y sus clientes, lo que provoca que pierda credibilidad y a su vez baje de

categoría como proveedor, donde la empresa tendría grandes dificultades para competir con otras empresas proveedoras por contratos.

De continuar realizando mantenimientos correctivos de las máquinas de manufactura al momento de la producción, la empresa continuaría incrementando tiempos muertos en la fabricación de cabezales de pozo, esto causaría que disminuya la capacidad de reacción ante intentar aumentar su producción en días posteriores, también es que importante mencionar que los costos de las partes de los cabezales de pozo aumentarían significativamente su costo, y que ESP Completion Technologies S.A, perdería sus clientes potenciales.

De seguir realizando sus trabajos diarios con operadores que cuentan con conocimientos reducidos en la fabricación de cabezales de pozo, la empresa está destinada a tener todo el tiempo piezas en reproceso, lo cual afecta directamente tanto al tiempo y a los costos de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, esto disminuiría las ganancias de la organización y pondría en peligro la estabilidad económica.

Si la empresa no toma medidas necesarias que le permitan solucionar los problemas antes descritos o no daría paso a realizar el estudio de sus procesos, simplemente estaría perdiendo su capacidad de reacción y a corto o mediano plazo terminaría absorbida por la competencia, y esto obligaría a cerrar sus operaciones.

### **Formulación del problema**

¿Cómo investigar los procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K en la empresa ESP Completion Technologies S.A, para determinar los retrasos de entrega?

### **Interrogantes de la investigación**

- ¿Cómo se está planificando la construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K en la empresa ESP Completion Technologies S.A?
- ¿En qué forma afecta a la empresa ESP Completion Technologies S.A, el retraso en la entrega de los cabezales de pozo a su cliente estrella?
- ¿Qué alternativas de mejora se puede implementar en los procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en la empresa ESP Completion Technologies S.A para eliminar los retrasos en las entregas?

### **Delimitación del objeto de la investigación**

**Campo:** Ingeniería Industrial

**Área:** Fabricación

**Aspecto:** Proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

### **Delimitación Espacial**

El estudio se lo realizará en los procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en la empresa ESP Completion Technologies S.A en la ciudad de Quito.

### **Delimitación temporal**

La investigación se desarrollara durante el periodo Marzo 2016 hasta Marzo 2017.

### **Unidades de observación**

Procesos de construcción.

Partes que conforman el cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

## Justificación

Las **industrias** están en la obligación de hallar nuevas formas para asegurar su subsistencia, ajustándose de forma continua al variable entorno de los mercados nacionales e internacionales, generando nuevas formas adecuadas que le permitan descubrir una manera eficaz de mejorar y controlar la productividad, para hacer esto posible es necesario optimizar recursos y así llegar a obtener la producción necesaria para que la empresa empiece a surgir, esto también se logra realizando evaluaciones periódicas en todas las áreas y determinado incidencia que tienen sobre el producto final que ofrecen al mercado.

Para ESP Completion Technologies S.A, es de gran importancia realizar el estudio del tiempo de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, ya que se espera con este estudio determinar los tiempos reales, óptimos, y así establecer los tiempos controlados del plan de producción. También estar en la posibilidad de determinar la capacidad de producción real en la planta, y así cumplir tanto con la planificación y las expectativas de sus clientes. Este estudio se plantea conociendo las **metas y objetivos** que tiene la empresa, sabiendo que debe innovar y buscar la mejora continua, sin olvidar que la planificación y optimización en cada uno de los procesos ayudará a cumplir de la mejor manera y dentro de los tiempos establecidos las entregas de los productos comercializados en la empresa.

El estudio enfocado en el tiempo de construcción de las partes de los cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K en la empresa ESP Completion Technologies S.A de la ciudad de Quito, es de suma importancia porque permitirá conocer con exactitud los tiempos reales de todos los procesos que intervienen en la construcción de los equipos. En este estudio intervendrán diferentes herramientas **técnicas** que apoyaran a determinar la correcta y eficiente táctica a implementar en la empresa, de tal forma que mejorará los tiempos de entrega de sus productos, optimizara máquinas, personal, corregirá los gastos por incumplimiento en fechas de entrega, y un punto de gran relevancia para la

empresa seria que los clientes externos vean con buenos ojos la mejora continua en la que se encuentra ESP Completion Technologies S.A.

El estudio planteado por el investigador contribuirá eficazmente para el desarrollo de la organización ya que aportará directamente a la **misión y visión** de la empresa, esta investigación permitirá proveer de cabezales de pozo y accesorios petroleros en los tiempos estimados a un precio competitivo con la mejor calidad existente en el mercado. Lo antes mencionado podrá alcanzar teniendo un sistema de gestión de mantenimiento contralado y programado, lo cual a corto plazo consentirá mantener un stock mínimo de cabezales y accesorios, y de esta manera satisfacer las necesidades de los clientes en el mínimo tiempo, favoreciendo a la productividad y excediendo las expectativas de calidad de sus clientes, de esta manera ESP Completion Technologies S.A, mantendría un desarrollo continuo como aliado de la industria petrolera cumpliendo con la demanda del mercado nacional e internacional.

Este estudio de producción es posible realizarlo utilizando diferentes herramientas estudiadas durante los años de formación del estudiante interesado, además no incurrirá en **gastos** considerables para la empresa ya que se cuenta con la información necesaria y el apoyo de todos los procesos, es notable que este estudio tiene **viabilidad** ya que la empresa está dispuesta a colaborar con todas las herramientas y equipos necesarios para realizar el estudio como son: cronómetro, computadora, esferos, tablero, también colaborara concediendo el tiempo necesario a la persona involucrada para que este estudio se lo pueda realizar en el menor tiempo posible.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Estudiar los procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K y su incidencia en los tiempos de entrega, en la empresa ESP Completion Technologies S.A, ubicada en la ciudad de Quito.

### **Objetivos específicos**

- Establecer la cantidad de elementos que conforma el cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y cuantos se realizan en el área de fabricación.
- Determinar el tiempo real de producción de cada pieza que conforma el cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.
- Establecer alternativas que permitan mejorar los procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y elimine los retrasos en las entregas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes Investigativos**

En la realización del marco teórico del presente estudio se toman en cuenta los siguientes contenidos: referencias investigativas sobre tiempos de procesos y mejoras de productividad, con esto se espera respaldar y realizar el estudio enfocado en recopilar información de investigaciones afines realizadas por diferentes estudiosos del tema, de igual forma analizar los conceptos que se utilizarán continuamente en el proceso del actual estudio.

Con el fin de realizar de la mejor manera este estudio se tomaran en cuenta diferentes percepciones similares al tema a investigar que puedan hacer un aporte importante y permitan realizar la investigación de la forma más acertada, además llegar a adquirir mejores conocimientos referente al estudio de tiempos de producción.

En seguida se presentan los trabajos investigados que están relacionados con el área objeto de estudio; así como, estudio de tiempos y movimientos en las líneas de producción, planes de mejora de productividad en líneas de producción, los mismos que sirven de referencias para el estudio a realizarse.

Según (Orozco Tandazo, 2015) En su trabajo “Análisis del proceso de rolado de tubería para la fabricación de paneles y ductos refrigerados y su incidencia en la productividad del taller de ingeniería de la planta fundidora en la empresa ADELCA C.A.” Tesis de Ingeniería Industrial, Quito, Ecuador. El presente trabajo está orientado bajo el enfoque de investigación cualitativo donde el investigador obtiene la información para evaluar el problema en el momento actual y después demostrar la hipótesis, esta investigación fue desarrollada directamente en el campo donde se recolectó toda la información necesaria para evaluar la productividad en el taller de ingeniería, al término de la investigación el investigador presenta las siguientes conclusiones y recomendaciones:

**a.- Los datos obtenidos a partir de las fichas de observación, muestran de manera clara las falencias en el proceso de rolado de la tubería y la necesidad de mejorar los procesos de producción. De acuerdo a los datos recolectados la productividad actual en el proceso de rolado es de 0,81 tubos/hora y si se implementara la propuesta ésta productividad aumentaría a 2,78 tubos/hora, aumentando también la disponibilidad de horas hombre en el taller de ingeniería es un 3,038%. b.- Al observar el proceso de rolado actual y al ser y al ser este un proceso manual requiere demasiado tiempo y mayor demanda del recurso humano que se dispone en el taller; se vuelve entonces necesario, el diseño de un sistema nuevo que permita minimizar el tiempo total empleado en el rolado de la tubería y de esta manera reducir los costos de producción de los componentes refrigerados.**

**a.- De acuerdo al análisis económico financiero de la propuesta se recomienda su implementación ya que esta representaría un ahorro tanto en costos de producción de los componentes refrigerados como una mejora en la productividad del taller de ingeniería al disponer mayor recurso humano para el desarrollo de sus actividades, afectando indirectamente de forma positiva los costos de producción de la planta.**



Según (Alzate Guzmán & Sánchez Castaño, 2013), En su trabajo “Estudio De Métodos y Tiempos De La Línea De Producción De Calzado Tipo “Clásico De Dama” En La Empresa De Calzado Caprichosa Para Definir Un Nuevo Método De Producción y Determinar El Tiempo Estándar De Fabricación”. Tesis de Ingeniería Industrial, Pereira, Colombia. El presente trabajo está enfocado bajo la modalidad descriptiva, y fue desarrollado con el fin de definir un nuevo método de producción más práctico, económico, eficaz y su estándar de tiempo para la línea de producción, llegando a definir un nuevo método de fabricación del calzado tipo “clásico de dama” con esto reducir los gastos por desperdicio y también conocer con exactitud el tiempo estándar de fabricación de “calzado de dama” en la empresa Caprichosa, donde los investigadores presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones de su investigación:

**Al finalizar la investigación presentan las siguientes conclusiones: a.- Se identificó el método, el lugar, la sucesión de tareas y el personal presentes en la fabricación del calzado tipo clásico de dama. b.- Se determinó el tiempo estándar de fabricación de la línea. c.- Se logró identificar y generar propuestas de mejora en la ejecución de las distintas tareas de cada estación de trabajo. d.- Se definió un nuevo método de fabricación, evidenciando disminución en los costos laborales e incremento en la productividad. Además al término de su investigación presentan las siguientes recomendaciones: a.- Identificar los riesgos de enfermedad profesional y accidentes laborales de cada uno de los puestos de trabajo. b.- Elaborar un plan de limpieza y orden semanal del sitio de trabajo, para asegurar a los operarios un sitio de trabajo adecuado (implementar 5's). c.- Dotar a los empleados y sitios de trabajo con herramientas, instrumentos y ropa adecuada.**

Según (Ramírez Hernández, 2010), en su trabajo “Estudio De Tiempos y Movimientos En el Área De Evaporador”. Tesis de Técnico Superior Universitario en Procesos de Producción, Querétaro, México. Esta tesis fue realizada con el propósito de establecer el tiempo estándar en la línea del evaporador de la empresa SeAH PRECISION MEXICO S.A, con la intención de aumentar la capacidad de producción en esta línea y disminuir el desperdicio. Presenta los siguientes métodos utilizados en su investigación:

**Este estudio se basó en la medición del trabajo y el estudio de métodos, para lo cual el investigador utiliza formatos de registros de operaciones, cronómetro para toma de tiempos, diagrama de flujo de las operaciones en el área del evaporador, entre otras. Ya en el campo el investigador pudo determinar diferentes problemas como: máquinas obsoletas, interferencias durante la realización de las actividades, mala distribución de los puestos de trabajo, fatiga de los operadores, etc. Para dar solución al problema existente toma las siguientes acciones: Adquieren maquinaria nueva, realizan una nueva distribución de la planta y reacomodan la maquinaria. Con todos estos cambios el área del evaporador obtuvo un incremento del 78% a un 85% en su productividad, esto hace que la empresa obtenga mejores réditos económicos y evite los problemas con sus clientes potenciales. Donde presenta las siguientes conclusiones: a.- Se entiende cómo está estructurada una empresa, tanto el área de producción, de personal administrativo, la metodología de trabajo y los lineamientos. b.- Se fortaleció los conocimientos del investigador en el área de producción, así como en mi desempeño personal al aprender a tratar con diferente personal y puntos de vista. c.- El investigador ha podido realizar avances de vida, tanto personal como profesional ya que con este proyecto he podido concluir una etapa importante en mi vida.**

## **Fundamentaciones**

### **Técnica – Tecnológica**

La empresa ESP Completion Technologies S.A se encuentra certificada con la norma ISO 9001-2015, que en el capítulo 4 Contexto de la información, en el literal 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas donde “Debido a su efecto o efecto potencial en la capacidad de la organización de proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, la organización debe determinar: a) las partes interesadas que son pertinentes al sistema de gestión de la calidad; b) los requisitos pertinentes de estas partes interesadas para el sistema de gestión de la calidad”

En el literal 8.2.3 de la norma ISO 9001-2015 resalta Revisión de los requisitos para los productos y servicios donde “La organización debe asegurarse de que tiene la capacidad de cumplir los requisitos para los productos y servicios que se van a ofrecer a los clientes. La organización debe llevar a cabo una revisión antes de comprometerse a suministrar productos y servicios a un cliente, para incluir:

a) los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma; b) los requisitos no establecidos por el cliente, pero necesarios para el uso especificado o previsto, cuando sea conocido; c) los requisitos especificados por la organización; d) los requisitos legales y reglamentarios aplicables a los productos y servicios; e) las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente. La organización debe asegurarse de que se resuelven las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente. La organización debe confirmar los requisitos del cliente antes de la aceptación, cuando el cliente no proporcione una declaración documentada de sus requisitos”

Como lo indica la norma mencionada, es de gran importancia para la organización estar consiente de todos los requisitos que deben cumplir los productos a fabricar antes de comprometerse en la entrega de los mismos, además resolver todas las diferencias que existan entre el pedido del cliente y el contrato final que acepta la organización, asimismo está en la obligación de mediante un estudio de la capacidad instalada pueda determinar la cantidad y los tiempos prudentes de los productos a entregar.

En la norma American Petroleum Institute (API) Q1 con la cual se encuentra certificada la empresa ESP Completion Technologies S.A, en el literal 5.1 menciona la revisión del contrato, donde recalca que “La organización debe mantener un procedimiento documentado para la revisión de los requisitos relacionados con el suministro de productos y de mantenimiento necesarias.”

La norma American Petroleum Institute (API) Q1, en su literal 5.7.7 hace referencia a la inspección y pruebas, donde menciona que “La organización debe mantener un procedimiento documentado para la inspección y pruebas, para verificar que el producto cumple con todos los requisitos.”

Interpretando estos literales antes mencionados, cabe señalar que la organización debe mantener procedimientos documentados donde indiquen clara y detalladamente cada uno de los pasos a seguir, tanto relacionados con los suministros para realizar el producto, los mantenimientos que van a ser necesarios en la ejecución de algún proyecto, todas las verificaciones y pruebas que debe realizar el área encargada para validar si el producto cumple con todas las especificaciones de las normas bajo cuales fue diseñado y los estándares requeridos por el cliente.

Por tal razón en la política de calidad de la organización menciona “ESP Completion Technologies, S.A se dedica al diseño, fabricación y reparación de cabezales de pozo, válvulas, adaptadores y accesorios para la industria de petróleo y gas, basados en el propósito de satisfacer las necesidades y expectativas de sus

clientes, mediante el cumplimiento de los requisitos normativos y legales establecidos y el mejoramiento continuo de la eficacia e integridad de su Sistema de Gestión de Calidad (SGC).”

La organización con el fin de cumplir las normas técnicas mencionadas anteriormente ha propuesto objetivos de calidad donde menciona lo siguiente: “a.- Cumplir con los requerimientos establecidos por el cliente para alcanzar su satisfacción. b.- Establecer e implementar controles de calidad de los productos y servicios desarrollados por la empresa, que permitirán reducir los niveles de productos rechazados, reprocesados y demoras en entrega. c.- Mejorar la eficacia y el desempeño de los procesos mediante la evaluación permanente y mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad (SGC)”

## **Legal**

En el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones en el Título Preliminar del Objetivo y Ámbito de Aplicación; manifiesta: “Art. 2.- Actividad Productiva.- Se considerará actividad productiva al proceso mediante el cual la actividad humana transforma insumos en bienes y servicios lícitos, socialmente necesarios y ambientalmente sustentables, incluyendo actividades comerciales y otras que generen valor agregado.”

El código antes citado, regula la actividad productiva donde resalta todas las etapas que intervienen en la producción, distribución, intercambio y comercio orientado al desarrollo controlado de la producción que ayude potencialmente a cumplir con los objetivos del Buen Vivir, además promueve la transformación de la matriz productiva donde facilita la utilización de diferentes herramientas que permitan generar empleo de calidad, con esto se llegara a un desarrollo equilibrado, equitativo y sostenible con el debido cuidado de la naturaleza.

En este mismo Código en el Libro VI de Sostenibilidad de la Producción y su Relación con el Ecosistema, Título I de la Eco-eficiencia y Producción

Sostenible; manifiesta: “Art. 232.- Definición.- Para fines de este Código, se entenderán como procesos productivos eficientes el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto; adoptadas para reducir los efectos negativos y los daños en la salud de los seres humanos y del medio ambiente. Estas medidas comprenderán aquellas cuyo diseño e implementación permitan mejorar la producción, considerando el ciclo de vida de los productos así como el uso sustentable de los recursos naturales. También, se entenderán como procesos productivos más eficientes y competitivos, la implementación de tecnologías de punta, que permitan mejorar la administración y utilización racional de los recursos, así como prevención y control de la contaminación ambiental, producto de los procesos productivos, la provisión de servicios y el uso final de los productos.”

Este artículo hace referencia, a todas las organizaciones, están en la obligación de implementar en todos sus procesos tecnologías amigables con el medio ambiente que afirmen a neutralizar los daños en la salud de los seres humanos, también encamina a utilizar los recursos naturales de una manera mucho más consiente tomando en cuenta que su renovación cada vez se vuelve más difícil, entonces todas las organizaciones deben prevenir y controlar la contaminación ambiental en cada uno de sus procesos productivos lo cual permitirá trabajar mancomunadamente con la sociedad sin dañar la naturaleza.

De acuerdo a la Constitución Política de la República del Ecuador del 2008, en el Título II Derechos, en el Capítulo Primero Principios de aplicación de los derechos, Sección Segunda Ambiente Sano; manifiesta: “Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.”

La constitución ecuatoriana protege el medio ambiente, por tal razón en este artículo antes mencionado, indica que será el estado el encargado de

promover el uso de tecnologías limpias y energías alternativas no contaminantes a las organizaciones ya sean públicas o privadas, de igual forma pretende garantizar que las industrias no lleguen afectar en mayor proporción a los productos alimenticios ni a los derechos del agua de todos los seres vivos.

En la misma Constitución en el Título VI Régimen de Desarrollo, Capítulo Sexto Trabajo y Producción, Sección primera Formas de organización de la producción y su gestión; manifiesta: “Art. 320.- En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente. La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social.”

En lo relacionado con las organizaciones enfocadas a los procesos de producción el estado garantizará que siempre mantengan una gestión íntegra, tanto en la comunidad donde se encontrara ubicada y con el talento humano que participa dentro de la organización, sin descuidar los productos que elaboren, deben estar siempre cumpliendo con cada una de las normas de calidad que apliquen y sea un pilar esencial para mantener una producción sostenible.

Según el Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 en el literal 6. Objetivos Nacionales para el Buen Vivir, el Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva; manifiesta: “10.2. Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales: a. Articular la investigación científica, tecnológica y la educación superior con el sector productivo, para una mejora constante de la productividad y competitividad sistémica, en el marco de las necesidades actuales y futuras del sector productivo y el desarrollo de nuevos conocimientos. b. Tecnificar los encadenamientos productivos en la generación de materias primas y la producción bienes de capital, con mayor intensidad tecnológica en sus procesos productivos. c. Crear y fortalecer incentivos para fomentar la inversión privada local y extranjera que promueva la desagregación, transferencia tecnológica y la

innovación. d. Implementar mecanismos de reactivación y utilización óptima de la capacidad instalada del Estado en actividades de producción y de generación de trabajo. e. Fomentar la sustitución selectiva de importaciones, considerando la innovación y tecnología como componentes fundamentales del proceso productivo, con visión de encadenamiento de industrias básicas e intermedias. f. Asegurar que los encadenamientos productivos de las industrias estratégicas claves, los sectores prioritarios industriales y de manufactura, generen desagregación y transferencia tecnológica en sus procesos productivos.”

En el plan de desarrollo para el buen vivir muestra que impulsará la transformación de la matriz productiva, donde el estado promoverá el desarrollo tecnológico y la educación superior encaminada al sector productivo, además fortalecerá la inversión privada y extranjera que permita mejorar la capacidad instalada e incrementar la generación de trabajo con nuevas tecnologías que consientan mejorar la producción en las diferentes industrias ubicadas en sectores industriales que potencien su desarrollo sostenido.



### Organizador lógico de variables

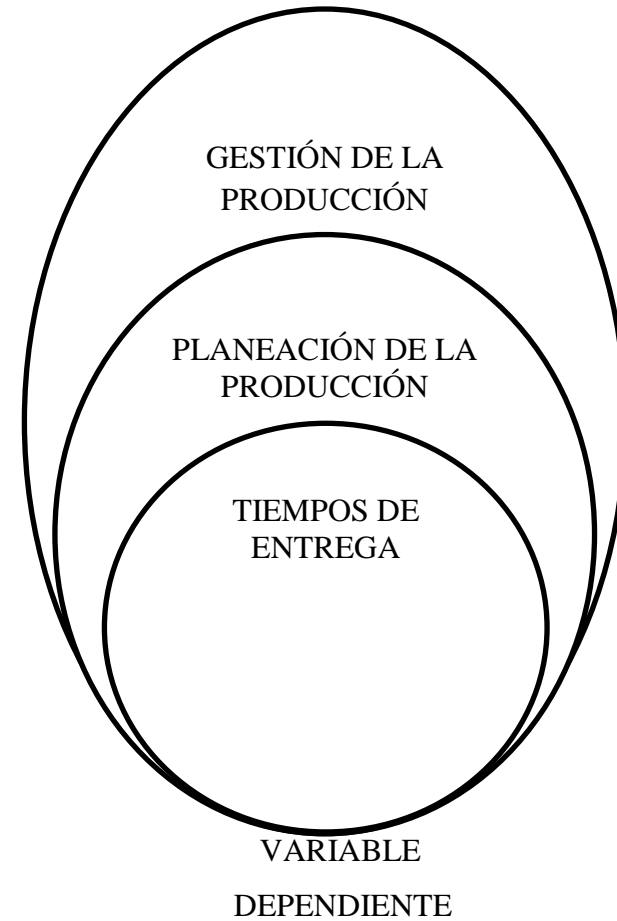
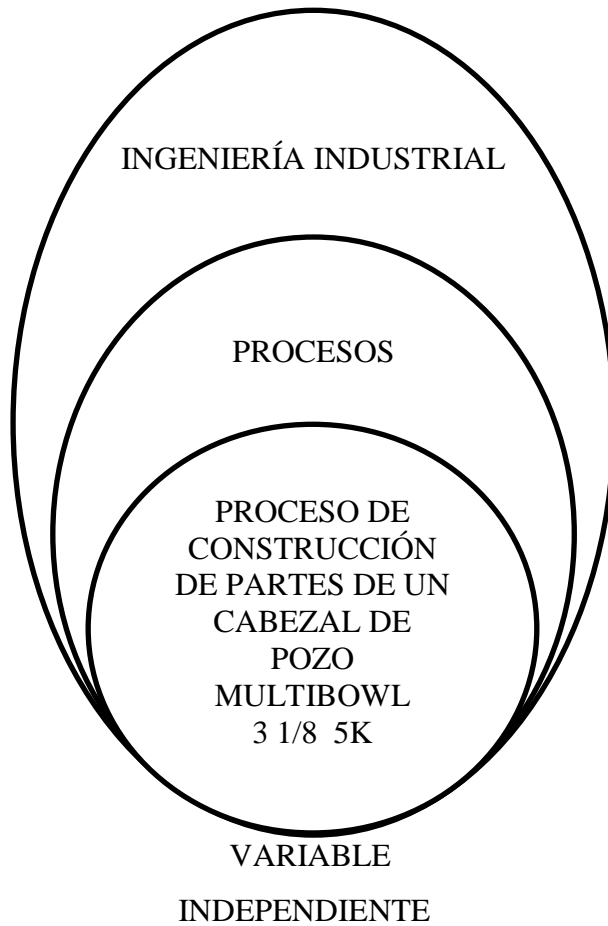


Figura N° 2: Organizador Lógico de variables  
Elaborado por: El investigador

### Constelación de Ideas de la Variable Independiente

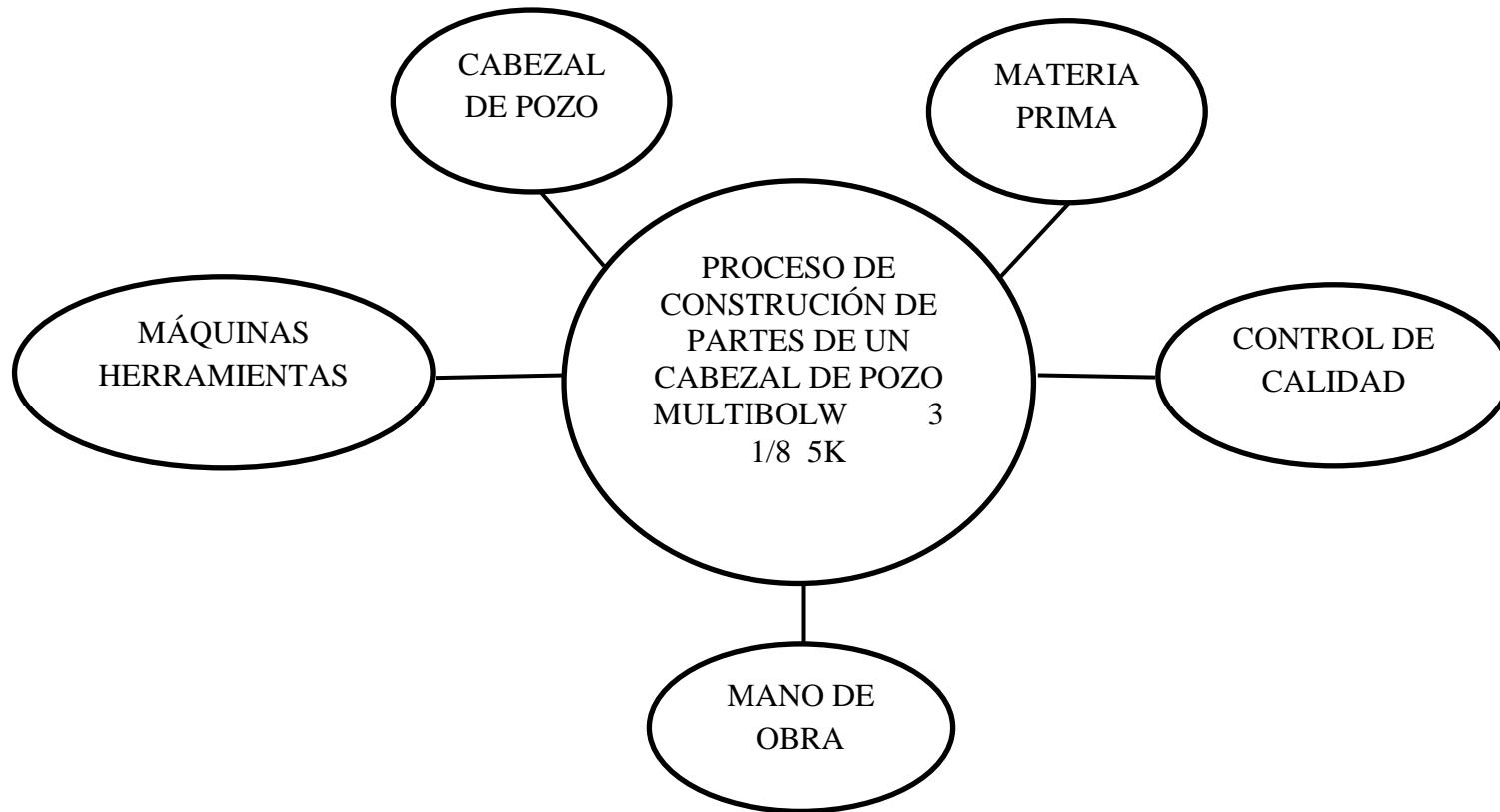


Figura N° 3: Constelación de ideas de la variable independiente  
Elaborado por: El investigador

### Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

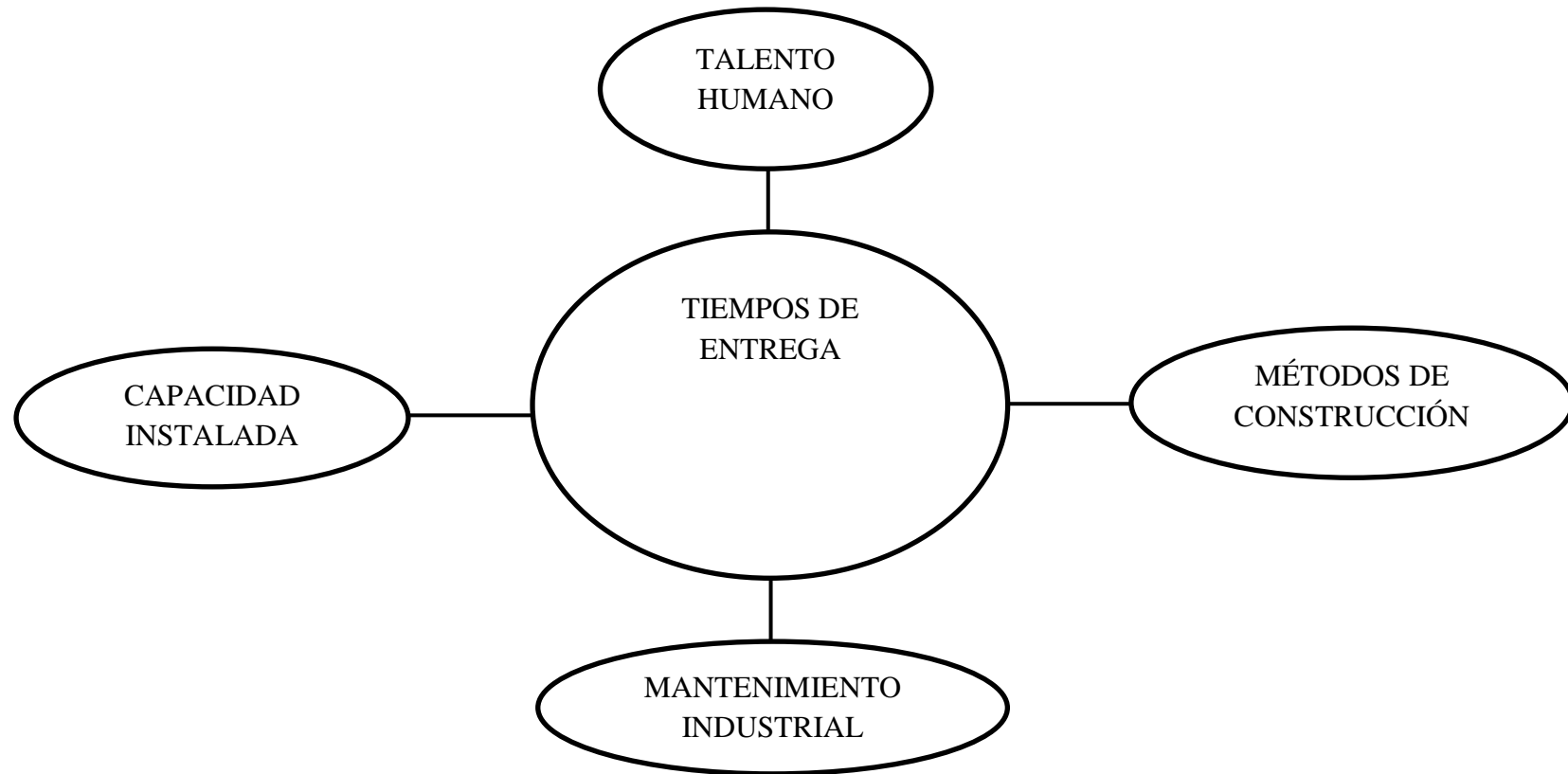


Figura N° 4: Constelación de ideas de la variable dependiente  
Elaborado por: El investigador

## **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

En la actualidad existen diversas definiciones que hablan sobre la Ingeniería Industrial, es por tal razón que es necesario resumir un concepto que sea claro y entendible, con este fin se toma una definición realizada por el Instituto de Ingenieros Industriales de Estados Unidos, una empresa dedicada al único propósito de apoyar a la Ingeniería Industrial y a aquellos individuos que de alguna forma están envueltos en proyectos de mejorar calidad y productividad, donde manifiesta lo siguiente:

(Institute of Industrial Engineers, 2013) “Ingeniería Industrial es una rama de la Ingeniería que se ocupa de la optimización de los procesos o sistemas complejos. Los ingenieros industriales trabajan para eliminar la pérdida de tiempo, dinero, materiales, horas-hombre, la máquina del tiempo, la energía y otros recursos que no generan valor.”

Se podría definir Ingeniería Industrial como el conjunto de conocimientos estudiados previamente tales como: evaluación, diseño, planeación, e instalación de procesos que tienen como objetivo principal, optimizar, mejorar e incrementar los recursos de las diferentes organizaciones a un nivel profesional.

Esta rama de la Ingeniería fue creada con el objetivo principal de estudiar, analizar y poder solucionar problemas en las organizaciones, ya sea optimización de tiempos o métodos de trabajo, estos factores son de mucha importancia para ayudar a mejorar los procesos en la organización, que al intervenir la Ingeniería Industrial ayudará a alcanzar mayor efectividad, eficacia, eficiencia y productividad. Además contribuirá que la organización optimice recursos que a mediano plazo permitirá que sea más competitiva y alcance los objetivos propuestos empresariales y sea una empresa en desarrollo dentro de su país.

El Ingeniero Industrial debe poseer conocimientos básicos de Ingeniería en general, lo que le ayudará a solucionar problemas de tipo industrial y social, ya

que estará involucrado con el talento humano al momento que realice sus funciones que pueden alternar entre: optimización de procesos, correcta utilización de la maquinaria y de la mano de obra, toma de decisiones para automatización de procesos, planeación de la producción, controlar inventarios tanto de materia prima como producto terminado y encargarse de planificar el mantenimiento de los equipos de la organización, entre otras. Además cabe mencionar que debe siempre encontrarse mejorando sus conocimientos, con el fin de volver más productiva y competitiva la organización.

## **PROCESOS**

**Según (Maldonado José, 2011) afirma:**

**Es una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada, para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los objetivos, las estrategias de una organización y los requerimientos del cliente. Una de las características principales que normalmente intervienen en los procesos relevantes es que estos son interfuncionales, siendo capaces de cruzar verticalmente y horizontalmente la organización. (p. 2)**

Un concepto un poco más sencillo de procesos, es una secuencia ordenada y lógica diseñada por el ser humano, que se emplea en las organizaciones con el fin de mejorar la productividad y a la vez eliminar algún tipo de problema existente en la organización. Debido a que las empresas están continuamente en búsqueda de alcanzar mayor rentabilidad aumentando su producción y reduciendo los costos de sus productos, se ven en la obligación de crear, mejorar e innovar los procesos que intervienen directa e indirectamente en su productividad logrando alcanzar resultados satisfactorios para la empresa.

Al centrarse en la industria cualquiera que esta sea, los procesos son muy importantes ya que están involucrados directamente en la obtención de otros

productos mediante la transformación de la materia prima donde un elemento al pasar por los diferentes procesos adquiere mayor valor, entonces el objetivo primordial de los procesos industriales serian el aprovechamiento eficaz de todos los recursos naturales, los mismos que luego de pasar por cada proceso se convertirán en materiales, herramientas y sustancias capaces de ayudar a tener una mejor calidad de vida a los seres humanos.

Existen tres tipos de procesos que intervienen en todos los tipos de organizaciones: procesos claves, procesos estratégicos y procesos de apoyo.

- **Procesos claves.-** Son aquellos que van atados directamente a los servicios que presta la organización, los mismos que interactúan por las diferentes áreas añadiendo valor al servicio y cumpliendo con todas las expectativas del cliente.
- **Procesos estratégicos.-** Como su nombre lo indica son los ayudan a cumplir todas las estrategias definidas por la alta dirección, donde intervienen la planificación, directrices y límites, que deben seguir todos los procesos de la organización con el objetivo de llevar una producción ordenada, que cumpla todos los requisitos establecidos por sus clientes.
- **Procesos de apoyo.-** Estos procesos están encargados de brindar el apoyo tanto a los procesos claves como a los procesos estratégicos, en la mayoría de los casos son de gran aporte para que la organización pueda cubrir las necesidades y expectativas de los clientes.

### **Proceso de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K**

Para el desarrollo del proceso de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, intervienen diferentes herramientas que aportan para su ejecución, empezando por máquinas de manufactura que son las encargadas de

transformar las forjas de hierro en piezas con diámetros, longitudes y acabados requeridos por este proceso.

Las organizaciones que realizan este proceso utilizan máquinas manuales y mecánicas accionadas por la mano del hombre, lo ejecutan utilizando tornos verticales y horizontales que son los encargados de desbastar y dar acabados precisos en diámetros, además intervienen máquinas fresadoras que se encargan de realizar desbastes y acabados planos, igualmente utilizan taladros verticales que se ocupan de realizar perforaciones de diferentes diámetros según las especificaciones de diseño, este proceso lo realizan en cada una de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, hasta completar el equipo.

### **Cabezal de pozo**

Es un equipo mecanizado en acero, diseñado especialmente para ser utilizado en pozos petroleros que utilizan bombeo electrosumergible, este equipo va instalado en la superficie donde se construye el pozo durante todas las operaciones de perforación, y su principal función es servir como medio de conducción entre el pozo y las diferentes conexiones de superficie además el cabezal de pozo soporta el casing y la tubería de producción, adicional constituye algunas ventajas que se señalan a continuación: la reducción de tiempo del equipo de perforación, menor altura de la instalación y ofrece mayor seguridad durante las operaciones, se lo puede distinguir porque es la parte que sobresale de la superficie donde existe un pozo de petróleo o gas.

### **Materia prima**

Todas las industrias se ven obligadas a utilizar algún tipo de materia prima, teniendo en cuenta que al procesar las mismas obtendrán productos que ayuden a mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Según (Ortíz Salazar, 2005) “es el componente número uno de un proceso productivo, está destinado para sufrir cambios y transformaciones por medio de maquinarias o del esfuerzo humano, hasta llegar a ser un producto final; sin materia prima, no existiera el producto final” (p. 38).

Es el principal recurso que debe tener toda industria para estar en capacidad de manufacturar productos ya sean de uso industrial o domésticos, estas se comercian por todos los países del mundo porque no todos disponen las materias primas que necesitan para satisfacer la demanda de sus empresas. Por tal motivo, existen países que importan grandes cantidades con bastante frecuencia y otros que se dedican a cultivar o extraer sus recursos naturales para exportar y así aumentar la economía el desarrollo de su país.

Existen períodos en que algunas materias primas aumentan de precio, esto se debe a diferentes factores mencionados a continuación, en ocasiones ocurre por desabastecimiento de proveedores debido al aumento de la demanda, también puede darse por situaciones naturales ya que hay épocas en el año que se vuelve imposible extraer las mismas. En ocasiones disminuye el precio de las materias primas debido al aumento de la oferta y la poca demanda del mercado.

### **Control de calidad**

El control de calidad es un tema que todas las empresas dedicadas a la producción deben tomar muy en serio y preocuparse por que cuente con todas herramientas necesarias para que desempeñe un trabajo adecuado evitando que productos defectuosos salgan de la empresa, además la función de este departamento es controlar mientras se procesan los productos detectando fallas en los procesos e informar adecuadamente para que se corrijan y en el futuro baje el nivel de productos rechazados.



**Para (Bertrand L & Prabhakar M, 1990) lo denomina como:**

**Control de calidad al conjunto de técnicas y procedimientos de que se sirve la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas mencionadas hasta la obtención de un producto de la calidad deseada. El control de calidad no es sólo papeleo, ni una serie de fórmulas estadísticas y de tablas de aceptación y control, ni el departamento responsable del control de calidad. Para una dirección bien informada, el control de calidad representa una inversión que, como cualquier otra, debe producir rendimientos adecuados que justifiquen su existencia. (p. 2)**

Entonces se entiende que control de calidad son todas las técnicas y los procedimientos que la empresa ha desarrollado para controlar que sus productos cumplan con todos los requerimientos estipulados en la organización, y a la vez, obtener productos con la calidad deseada. Para alcanzar un excelente control de calidad, la empresa debe comprometer a todos y cada uno de los trabajadores que sean los primeros en efectuar el control de calidad, sin importar el trabajo que realicen, de esta manera la empresa evitará tener pérdidas económicas tanto por desperdicio de materiales y excesivos productos rechazados.

Al hablar de control de calidad se entiende que intervienen diferentes factores dentro de la organización, donde son los directivos los llamados a realizar campañas de incentivo a todo el personal, ya que mientras mayor sea la calidad en sus productos, la empresa puede ampliar su mercado lo que desenlazaría en mayores réditos económicos.

## **Mano de obra**

**Según (Prieto Moreno, Santidrián Arroyo, & Aguilar Conde, 2006)**

**La mano de obra es el esfuerzo físico o mental que se consume en elaborar un producto o servicio. Todo aquel que aporta su esfuerzo físico o intelectual, y por lo tanto contribuye a la obtención del producto o servicio final, puede ser considerado como mano de obra (p. 135).**

Al hablar de mano obra se entiende que es todo aporte ya sea físico o intelectual que realiza el ser humano para apoyar a la elaboración de algún producto o servicio que requiera la institución donde presta sus servicios, a su vez, es necesario resaltar que la mano de obra es la parte más importante de toda empresa, ya que tiene presencia en todos los procesos ya sean productivos o administrativos.

En todas las industrias utilizan dos tipos de mano de obra: directa e indirecta. La mano de obra directa es aquella que está involucrada directamente en las áreas de producción, donde realizan la transformación de la materia prima y la convierten en producto terminado. La mano de obra indirecta es la que se ejecuta en las áreas administrativas, ósea el personal de producción que no participa directamente en la transformación de la materia prima, y sirven de apoyo a la productividad y a la comercialización de los productos de la empresa.

## **Máquinas herramientas**

Existe una gran variedad de máquinas herramientas cada una con usos específicos que ayudan a las industrias manufactureras a procesar sus productos y convertir la materia prima en productos terminados.

Con el fin de explicar más sobre el tema se muestra un concepto donde se define técnicamente la palabra máquina: (Shigley, 1988) “combinación de cuerpos resistentes de manera que, por medio de ellos, las fuerzas mecánicas de la naturaleza se pueden encauzar para realizar un trabajo acompañado de movimientos determinados” (p. 5).

Las máquinas herramientas se caracterizan por ser de gran tamaño y por lo general se mantienen ubicadas en un solo lugar, normalmente son utilizadas para dar forma a materiales sólidos como metales por medio del arranque de viruta, corte o electroerosión, para realizar estas operaciones utilizan diversos tipos de energía como pueden ser: energía humana, animal, vapor, hidráulica pero la gran mayoría en la actualidad trabajan con energía eléctrica y son operadas manualmente o mediante controles automáticos ( CNC).

El arranque de material lo realizan al ejercer una fuerte presión de la herramienta afilada sobre la superficie de la pieza a moldearse, realizan movimientos específicos dando la forma requerida a las piezas, según su naturaleza del movimiento de corte, las máquinas herramientas se clasifican en: movimiento circular, movimiento en la pieza, movimiento de corte en la herramienta, movimiento rectilíneo. Dentro de las máquinas herramientas podemos citar como ejemplo las de principal uso en las industrias que son: Tornos, Taladros, Fresadoras, Prensas, Rectificadoras.

A continuación se muestra un ejemplo de máquinas herramientas.



Figura N° 5: Torno vertical CW62100E  
Fuente: [www.tecnomaquinaria.com](http://www.tecnomaquinaria.com)



Figura N° 6: Taladro Z 5040 ET Engranado  
Fuente: [www.tecnomaquinaria.com](http://www.tecnomaquinaria.com)



Figura N° 7: Fresadora X6323A 9" x 49"

Fuente: [www.tecnomaquinaria.com](http://www.tecnomaquinaria.com)

## GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Las empresas en la actualidad centran sus expectativas en poseer una gestión de la producción adecuada y sostenida que les permita fabricar productos a bajos costos y en tiempos record con el único objetivo de satisfacer las necesidades de los seres humanos, para esto están en constante de búsqueda de métodos útiles que permitan optimizar tiempos y recursos.

**Según (Zorrilla Arena, 2004)**

**Esta idea de la producción no se refiere tan solo a una transformación física, sino que consiste en todo lo que entiende a adaptar el objeto a la necesidad y en todo lo que facilita su utilización. Es decir, la forma en que las actividades individuales se coordinan y organizan para realizar la adaptación final de la naturaleza a nuestras necesidades. (p.86)**

Producción es cualquier tipo de actividad enfocada a fabricar o elaborar productos y servicios orientados a mejorar la calidad de vida de los seres

humanos, además es la principal actividad económica de las empresas puesto que al comercializar los productos resultantes de este proceso obtienen los ingresos para su subsistencia en el tiempo. Es importante mencionar que la producción depende en gran cantidad de la mano del hombre y de la ayuda de determinadas máquinas-herramientas e instrumentos que contribuyen a la obtención de los bienes o servicios.

## **PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

En toda compañía manufacturera la planeación de la producción tiene gran importancia puesto que dependerá para el desarrollo y éxito de la misma, mediante una adecuada planeación la empresa estará en capacidad de aprovechar todas las oportunidades que brinde el mercado, y de esto dependerá que pueda determinar acertadamente los planes de manufactura que son: plan a largo plazo, mediano plazo y corto plazo.

El planeador debe tomar en cuenta distintos aspectos internos y externos de la empresa que le permitan realizar una planeación adecuada, generalmente toman como punto de partida la demanda del mercado para sus productos, el comportamiento de sus competidores, la situación económica del mercado, y además planear la disponibilidad de fuerza de trabajo actual, materias primas, capacidad instalada, recursos tecnológicos, logísticos y financieros que dispone la empresa para afrontar dicha planeación.

Para mayor entendimiento de lo mencionado anteriormente se presenta gráficamente el detalle de planeación de la producción.

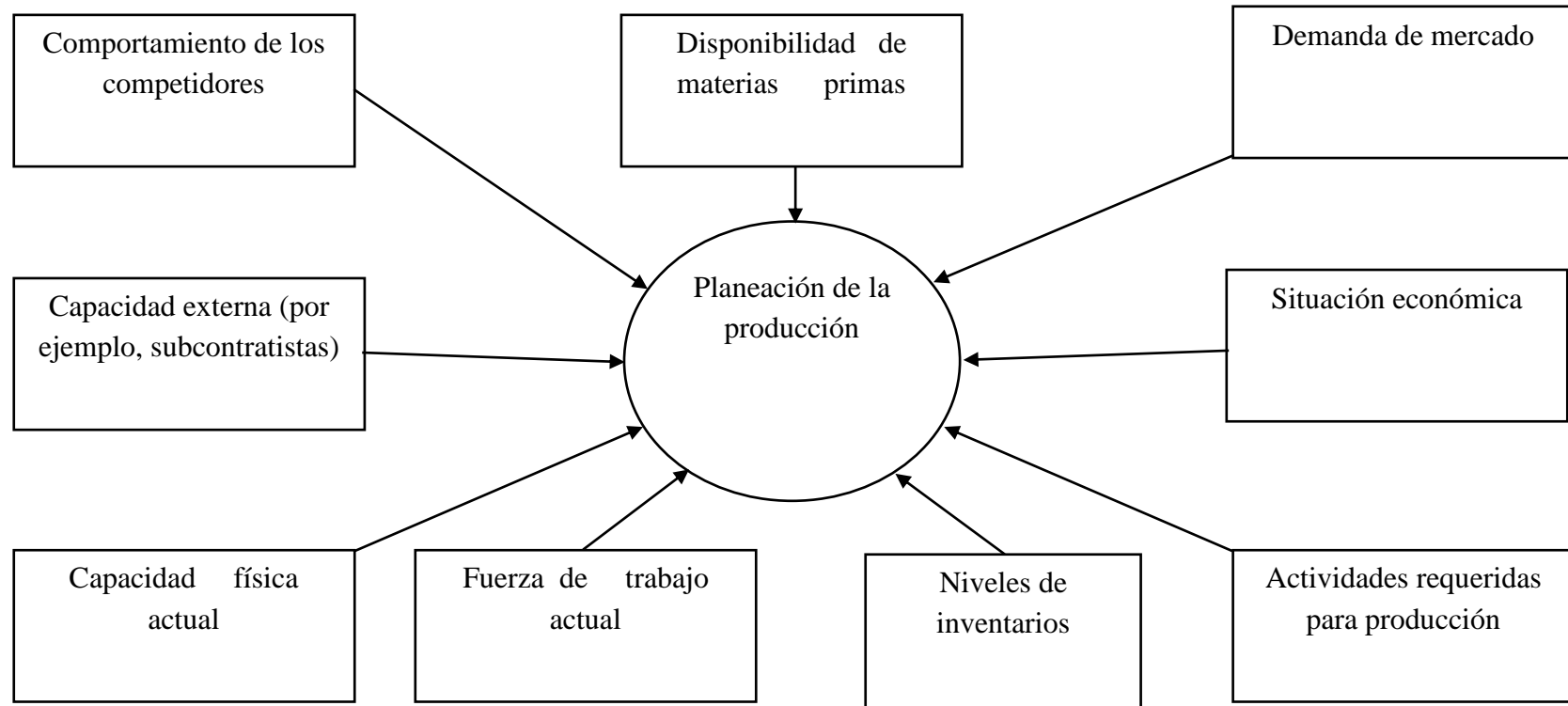


Figura N° 8: Insumos requeridos por el sistema de planeación de la producción  
Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005, pág. 578)

## **Tiempos de entrega**

Es el tiempo que demoran las empresas desde que inician su producción o adquieren un contrato hasta que entregan sus productos al cliente.

En la actualidad están desempeñando un papel de gran importancia los tiempos de entrega para aumentar la ventaja competitiva entre las empresas, esto hace que todas las industrias busquen estrategias que permitan disminuir los tiempos en las entregas de sus productos. De tal forma incrementar su participación en el mercado con productos a bajos precios y con la misma calidad de siempre.

Las industrias buscan mejorar el cumplimiento en las fechas de entrega realizando convenios con sus proveedores y manteniendo un stock de sus productos, lo cual les permita reaccionar ante imprevistos, y de tal manera evitar gastos extras o multas que perjudiquen la economía de la empresa.

## **Talento humano**

Se lo considera como el capital intangible que agrega valor en las industrias y es absolutamente necesario para que las mismas puedan operar en sus distintos procesos. El talento humano es clave en las organizaciones ya que ayuda a mejorar la productividad y el desempeño en el trabajo, además si la organización dispone de un buen talento humano que tenga capacidades para resolver problemas y adaptarse a situaciones adversas puede tener un impacto positivo en la producción y utilidad de la empresa.

Por tal motivo las empresas al momento de seleccionar en talento humano que colaborara en sus diferentes procesos debe tomar en cuenta muchos aspectos que permitirán tener una excelente producción y ventajas competitivas, algunas de las actitudes y habilidades que deben tener las personas en las organizaciones son:



conocimientos, experiencia, creatividad, aptitud, salud y el deseo de hacer bien el trabajo encomendado.

### **Métodos de construcción**

Dentro del campo industrial los métodos de construcción son considerados fundamentales ya que permiten aplicar técnicas más sencillas y eficientes para incrementar la productividad de la empresa donde se aplica. Según (Vaughn, 1988) dice que “es la planificación, diseño y ordenación sistemática de los métodos mediante los cuales un producto puede ser fabricado económicamente. Su función es crear un ordenamiento de los procesos de fabricación de los artículos diseñados por los ingenieros del producto” (p. 49).

Se puede decir que los métodos de construcción van ligados con la planificación de fabricación, pues en este proceso es donde se realiza estudios que permitan determinar los tiempos de construcción y mediante la creatividad cambiar o innovar los métodos utilizados para la construcción. Aquí es donde se aplicarían los conocimientos del Ingeniero Industrial para mejorar las estaciones de trabajo, adquirir herramientas adecuadas, ubicar a los operadores donde puedan demostrar de la mejor manera sus capacidades y obtener productos con altos estándares de calidad que permitan adelantar la línea de productos de la empresa.

### **Mantenimiento industrial**

Todas las empresas con el pasar del tiempo han venido mejorando su planificación en lo que se refiere al mantenimiento industrial, porque es fundamental mantener un buen control de toda la maquinaria existente en la empresa para evitar los retrasos en la fabricación y los cuellos de botella que generan las paradas inesperadas de producción. Para (González Fernández, 2005) el mantenimiento industrial es “construir un sistema complejo de gestión optimizada de recursos técnicos y organizativos que corrige, previene y predice tales averías, garantizando la disponibilidad, fiabilidad y utilización eficiente de las

instalaciones, siempre dentro del cumplimiento de criterios de seguridad, calidad y compatibilidad medioambiental” (p. 7).

Se entiende que mantenimiento industrial es un conjunto de diferentes actividades destinadas a realizar el mantenimiento de los recursos técnicos que dispone la organización y asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los diferentes procesos con el fin que cumplan sus operaciones en los tiempos estipulados, todos los controles deben apegarse a todas las normas de seguridad del sistema de gestión de calidad cuidando el medio ambiente.

El mantenimiento industrial es un campo amplio de la ingeniería ya que centra su interés en la economía de las industrias, en la mayoría de los sectores productivos, el mantenimiento resulta básico para el crecimiento de la empresa, tomando en cuenta que ayuda tanto en la competitividad y los recursos económicos. De manera que optimiza los recursos técnicos corrigiendo, previniendo y prediciendo las averías en las instalaciones, siempre cumpliendo todos los criterios de seguridad, calidad y compatibilidad medioambiental.

### **Capacidad instalada**

Desde el punto de vista industrial se conoce a la capacidad instalada como toda la infraestructura, máquinas, inventarios, herramientas y talento humano que dispone una organización para producir bienes y servicios, es importante mencionar que depende de la capacidad instalada que tenga la organización para establecer los turnos de trabajo y proyectar el volumen de productos que se pueden fabricaren cada uno de ellos.

Según (Vargas Sánchez, 2006) “es el conjunto de recursos productivos de que dispone la empresa y que pueden ser utilizados para producir. Estos recursos pueden ser naturales, instalaciones, líneas de producción de la misma o diferente tecnología, conocimiento, permisos y licencias, etc” (p. 657). Con esta definición,

se puede entender que capacidad instalada comprende todos los recursos que dispone la empresa para llevar a cabo sus operaciones productivas.

A las industrias les corresponde definir claramente la capacidad instalada que disponen, con el fin de determinar la capacidad utilizada y la capacidad ociosa. Esta información es de vital importancia para conocer en qué porcentaje la empresa podría aumentar la producción y hacer frente al esparcimiento del mercado donde van dirigidos sus productos.

### **Hipótesis**

Los procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K de la empresa ESP Completion Technologies S.A, inciden directamente en los tiempos de entrega.

### **Señalamiento de Variable**

**Variable Independiente:** Procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

**Variable Dependiente:** Tiempos de entrega.

### **Definición de Términos Técnicos**

**Automatización de procesos:** Es conocido como el cambio de los procesos tradicionales ejecutados manualmente, por procesos automáticos que lo realizan máquinas o robots, con la finalidad de mejorar los recursos económicos de la empresa, realizar los productos en menor tiempo y garantizar la calidad para mejorar el servicio.

**Procesos interfuncionales:** Son aquellos procesos que tienen la capacidad de interactuar en los diferentes departamentos de la organización ayudando a cumplir con todos los objetivos propuestos.

**Cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K:** Es un modelo de cabezal utilizado en los pozos para la producción de petróleo, este tiene un diseño semicompacto que favorece la utilización de bombas electrosumergible, y además permite acortar tiempos durante la perforación y completación, el punto más importante de este modelo es que ofrece mayor seguridad durante las operaciones.

**Forjas:** Son elementos normalmente de metal de gran tamaño que aún falta dar los acabados, las mismas que son utilizadas en las industrias para fabricar diferentes piezas según las requiera el cliente.

**Desbastar:** Cabe destacar que existen diferentes procesos para desbastar y estos intervienen según el material y acabado que se requiera realizar, entonces desbastar es retirar material de una pieza utilizando la herramienta adecuada que permita obtener el acabado deseado dentro del tiempo correcto.

**Equipo de perforación:** Está constituido por diferentes herramientas especiales que permiten perforar la tierra en el diámetro y profundidad requerida para llegar al yacimiento de petróleo, este equipo de perforación tiene diseños especiales que le permiten destruir zonas rocosas y realizar trabajos a profundidades considerables sin sufrir daños importantes en sus piezas.

**Electroerosión:** Es un proceso de fabricación que utiliza un arco eléctrico entre una pieza metálica y un electrodo de grafito para arrancar material de la pieza, este procedimiento normalmente es utilizado para conseguir acabados precisos en piezas que servirán como moldes de fabricación en línea.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Enfoque de la modalidad**

##### **Cualitativo**

En la ejecución de este enfoque no es necesario realizar mediciones que permitan obtener datos precisos, se orientará en la realización de entrevistas, experiencias de técnicos, registros históricos del tema en estudio, con la recopilación de toda la información mencionada se trabajará ya que no es necesario manipular las variables en este enfoque quedando en un segundo plano la demostración de algún tipo de hipótesis.

##### **Cuantitativo**

En este enfoque se tomarán todas las medidas esenciales para la obtención de la información exacta, real y concluyente que permita evaluar el problema de una manera precisa y conocer claramente los antecedentes que consientan establecer en qué punto se encuentra y a donde se quiere llegar luego de proponer la hipótesis y demostrarla.

##### **Características**

- Debido a que los datos son productos de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar a través de métodos estadísticos
- Los datos generados poseen los estándares de validez y confiabilidad, las conclusiones derivadas contribuirán a la generación de conocimiento.
- La investigación cuantitativa debe ser lo más objetiva posible.

## **Función**

La función principal del enfoque cuantitativo es usar una orientación exacta para la recolección y análisis de los datos que han sido medidos, generalmente, es preciso por que se basa en datos numéricos, permitiendo de esta manera al investigador realizar una exploración deductiva.

## **Modalidad básica de la investigación**

### **Bibliografía – documental**

Se conoce como investigación bibliográfica o documental a la estrategia donde se observa y reflexiona sistemáticamente las realidades teóricas y empíricas usando diferentes tipos de documentos donde se indaga, se interpreta datos e información sobre un tema determinado y además cuando la información indagada y recogida durante la investigación queda documentada en los archivos de la Universidad y asimismo en la empresa donde se efectuará el estudio, toda esta información servirá como fuente de referencia para posteriores estudios y/o aplicación de resultados en el caso de la empresa dueña del proceso.

### **Características**

- La recolección, selección, análisis y presentación de información coherente a partir del uso de documentos.
- Realizar la investigación en forma ordenada y con objetivos precisos, con la finalidad de ser base para la construcción de conocimientos.
- Permite usar diferentes técnicas e instrumentos para la localización y clasificación de datos, análisis de documentos y contenidos.

## **De campo**

Se conoce a la investigación de campo como el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social (investigación pura), en donde se usan los mecanismos investigativos, a fin de aplicarlos en el intento de comprensión y solución de algunas situaciones o necesidades específicas con fines prácticos.

## **Características**

- El investigador está en contacto directo con el ambiente natural o las personas sobre quienes se desea realizar el estudio en cuestión.
- El investigador entra en contacto directo con el objeto de estudio, a fin de recopilar los datos y la información necesaria, que será posteriormente analizada y medida, en búsqueda de respuestas, conclusiones o incluso de la planificación de nuevos estudios.

Es necesario mencionar que el estudio se lo realizará bajo el modelo de investigación de campo, ya que el investigador tendrá contacto directo en el campo industrial de la empresa ESP Completion Technologies S.A, donde se medirá todos los procesos que involucren la fabricación, ya que es donde intervienen directamente los tiempos de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, es por tal motivo que la información se recabará en la situación actual de la empresa y con esto determinar las falencias existentes.

## **Experimental**

La investigación experimental como su nombre lo indica utiliza experimentos y los principios encontrados en el método científico y se la puede definir como aquella situación en la que el investigador produce las condiciones en las que se va a observar la conducta, con un absoluto control de las variables restantes. A través de la manipulación de la variable independiente donde el

investigador tiene la oportunidad de identificar las relaciones causa-efecto las variables en estudio.

Pueden existir diferentes empresas en el mundo que construyan cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K, teniendo cada una de ellas gran diferencia entre su capacidad instalada y el talento humano que colabora con sus procesos, por lo tanto no sería conveniente tomar referencia de alguna de ellas ya que no se ajustan a las necesidades actuales de la empresa en estudio y poco o nada ayudarían a solucionar el problema, por esta razón se pretende experimentar diseñando un sistema de mantenimiento que mejore el tiempo de construcción de partes del cabezal de pozo y se adapte a la capacidad instalada y los procesos con los que cuenta ESP Completion Technologies S.A.

### **Tipo de investigación**

#### **Asociación de variables**

Esta investigación se realizara tomando en cuenta las variables existentes, puesto que el propósito es evidenciar la existencia de las variables y su importancia, también se probará los vínculos que las unen entre ellas, con el fin de determinar claramente la influencia que provocan las variables en el problema.

**Según (Namakforoosh, 2005) afirma:**

**Se supone que la variable independiente causará cambios en los valores de la variable dependiente; es decir, la variable dependiente es el resultado esperado de las variables independientes. A las variables dependientes también se las conoce como variables de criterio y a las variables independientes, como variables predictoras. En términos matemáticos, la variable dependiente es aquella que aparece a la izquierda de una ecuación. Por ejemplo: en  $Y = f(X)$ , se considera Y como variable dependiente y X como variable independiente. (p. 66)**



Se puede comprender que las variables independientes son aquellas que el investigador puede manipular para experimentar como inciden las variaciones sobre las variables dependientes, de tal manera que la variable independiente es la causa raíz del problema a investigar; mientras que, la variable dependiente como su nombre lo indica es aquella que depende del valor de la otra y son los resultados que se obtienen en la investigación.

Una de las herramientas utilizadas que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica (bondad de ajuste), es la distribución del Chi Cuadrado, que se considera una prueba de hipótesis no paramétrica indicando en qué medida existen diferencias entre ambas, también se utiliza para probar la independencia de dos variables entre sí, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia.

De esta manera la distribución del Chi Cuadrado, facilita realizar el contraste de la hipótesis de dependencia entre variables; este es un estudio estadístico y una estrategia importante que contribuye el desarrollo, además elimina obstáculos para la alta calidad, productividad y optimizar los procesos en una organización a través de la toma de decisiones basadas en datos reales, no en opiniones reales o creencias; estas aplicaciones son utilizadas en muchas disciplinas tales como el Análisis Financiero, Auditorías, producción y operaciones, e Investigación de Mercadeo.

Donde se utiliza la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(\text{observada}_i - \text{teórica}_i)^2}{\text{teórica}_i}$$

## Población y muestra

### Población

Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. En el proceso investigativo la población corresponde al conjunto de referencia sobre el cual se va a desarrollar la investigación o estudio. Al momento de llevar a cabo alguna investigación debe de tomarse en cuenta algunas características primordiales para seleccionar la población bajo estudio.

Para este estudio se tomará como población a la cantidad de cabezales construidos en año 2015 por el área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, donde cabe recalcar que cada cabezal está constituido por 15 elementos maquinados en el área mencionada. Datos que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla N° 1: Datos de la población

Cabezales Multibowl 3 1/8 5K construidos en el año 2015		
Área:	Fabricación	
Año 2015	Cabezales por mes	Elementos del cabezal
Enero	1	15
Febrero	2	30
Marzo	3	45
Abril	3	45
Mayo	3	45
Junio	4	60
Julio	3	45
Agosto	4	60
Septiembre	4	60
Octubre	3	45
Noviembre	3	45
Diciembre	3	45
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>540</b>

Elaborado por: El investigador

## **Homogeneidad**

Es la etapa donde el investigador debe razonar que los miembros de la población tengan las mismas características según las variables que se vayan a considerar en el estudio o investigación.

## **Tiempo**

Es la etapa que se refiere al período de tiempo donde se ubicaría la población de estudio, en esta etapa el investigador debe determinar si el estudio es del momento presente o si se va a estudiar a una población de años atrás.

## **Espacio**

Se refiere al lugar donde se ubica la población de interés. Un estudio no puede ser muy abarcador y por falta de tiempo y recursos hay que limitarlo a un área o comunidad en específico.

## **Muestra**

La muestra es el subconjunto fielmente representativo de la población. Es indispensable para el investigador ya que es imposible entrevistar a todos los miembros de una población debido a problemas de tiempo, recursos y esfuerzo, al seleccionar una muestra lo que se hace es estudiar una parte, pero que sea lo suficientemente representativa para que luego el investigador pueda generalizarse con seguridad de ellas a la población.

Existen diferentes tipos de muestreo en el campo investigativo, es por tal motivo que el investigador debe determinar y seleccionar el tipo de muestra a utilizar de acuerdo a la calidad y cuán representativo se quiera que sea el estudio de la población.

En la actual investigación se tomará en cuenta la población del año 2015 conociendo que el área de fabricación construye mensualmente partes que conforman cabezales de pozo completos. Estando conformados por 15 elementos que tienen que ser procesados en el área de fabricación, mientras que los ítems restantes la empresa los adquiere como productos terminados. A continuación se calculará la muestra que se debe tomar para el actual estudio, de los datos presentados en la tabla de población.

Para este cálculo se empleará la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q}$$

Donde:

n= Muestra

e= Precisión

Z= Nivel de confianza

N= Tamaño de la población

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

Para este cálculo se utilizará una población de 540, un nivel de precisión de 90% que según tabla es 1,65, también se utilizará una probabilidad de éxito del 0,50 y una probabilidad de fracaso del 0,50 y una precisión de 0,1.

Donde:

$$n = \frac{(1,65)^2 (0,5) (1-0,50) (540)}{(540) (0,10)^2 + (1,65)^2 (0,50) (0,50)} = 60,44$$

Una vez calculada la muestra se puede establecer que los datos serán recabados mensualmente, y se tomará el tiempo de construcción de cuatro cabezales lo que completará los 60 elementos que representa la muestra del estudio.

### Matriz de Operacionalización de la variable independiente

Tabla N° 2: Matriz de Operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Medición	Indicador	Investigación	Técnica a utilizar
<b>Proceso de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K:</b> Este proceso lo realizan utilizando máquinas manuales y mecánicas accionadas por la mano del hombre, que son los encargados de desbastar y dar acabados precisos en diámetros y longitudes según de diseño.	Horas trabajadas	Minutos/pieza	¿Cuál es el tiempo de construcción de cada elemento del cabezal?	Observación / archivos existentes

Elaborado por: El investigador

En la elaboración de esta tabla se examinó la variable independiente que es la principal dentro esta investigación, y todos los elementos que pueden ser medidos en función al tiempo, utilizando la técnica de la observación y revisión de archivos existentes.

### Matriz de Operacionalización de la variable dependiente

Tabla N° 3: Matriz de Operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Medición	Indicador	Investigación	Técnica a utilizar
<b>Tiempo de entrega:</b> Es el tiempo que tarda la empresa desde que inicia la construcción de las partes del cabezal, hasta que termina el proceso y entrega el producto final al cliente.	Tiempo	Número de cabezales entregados/fecha establecida	¿Cuántos cabezales se construyen cada mes?	Observación / archivos existentes

Elaborado por: El investigador

En la elaboración de esta tabla se examinó la variable dependiente y todos los elementos que pueden ser medidos en función al tiempo, donde se va a evaluar la cantidad de cabezales realizados en cada mes trabajado, utilizando la técnica de la observación y revisión de archivos existentes.

## **Recolección de la información**

Esta etapa de la investigación será realizada directamente en el campo donde se encuentra la información, siendo este el taller de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, se partirá tomando el tiempo que tarda cada proceso en la construcción de cada elemento que conforma el cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, hasta que cada elemento obtenga todas las medidas y acabados de acuerdo a lo establecido por el área de diseño.

Para realizar estas mediciones se tomará un muestreo selectivo de partes que conforman tres cabezales de pozo a investigar, siendo 47 los ítems que conforman el equipo completo, pero son 15 los elementos que tienen que ser procesados en el área de fabricación, por lo tanto se realizara las mediciones de tiempos a estos elementos. Mientras que los ítems restantes la empresa los adquiere como productos terminados, además se llevara un registro de todos los datos tomados durante la investigación y se tomara en cuenta cada comentario u observación que sirva de aporte por los operadores en cuanto al proceso de construcción de partes del cabezal de pozo.

También se recopilará la información existente en el área de fabricación que permita tener datos estadísticos de la cantidad de cabezales de pozo que se han construido anualmente, información que será de mucha ayuda para determinar la cantidad de trabajo y las diferentes tareas que se realizan el área de fabricación. La investigación se centrará en analizar el tiempo que tardan en construir las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y determinar los factores intervienen en el tiempo de entrega.

En el análisis del problema se utilizará el método investigación de campo que permite al investigador realizar una observación directa durante todas las diferentes etapas del proceso de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, datos que serán registrados en la hoja de control de tiempos,

documento que puede ser visualizado en el anexo N° 2, adicional se registrará toda la información relevante que puedan aportar el personal operativo formando parte de los datos que posteriormente serán analizados.

### **Procesamiento y análisis**

Una vez recopilados todos los datos en la hoja de control de tiempos se realizara una base de datos en Excel, que permitirá realizar tablas y graficar estadísticamente los datos obtenidos en la situación actual del proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, con esta información se podrá determinar que incidencia tienen los procesos de construcción del cabezal en los tiempos de entrega al cliente.

Todos los datos obtenidos durante la investigación serán procesados, y se realizaran archivos que permitan disponer la información obtenida tanto para la empresa donde se realiza el estudio como para el actual documento.

Es necesario mencionar que el análisis de cálculo donde se determinara las horas hombre utilizadas en el proceso actual de construcción del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, constará de cinco operadores del taller de fabricación, los mismos que colaboraran en esta investigación.

Por último se analizara críticamente y técnicamente los resultados que muestren los gráficos pudiendo así, encontrar una posible solución al problema existente. La misma que será presentada como propuesta de solución al problema.



## **Aplicación de instrumentos de recolección de la información**

Para la recopilación de la información se utilizara los archivos existentes en el área de fabricación y además se manejara la técnica de observación directa que fue diseñada tomando en cuenta todos los procesos de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en la situación actual de la empresa, esta hoja de control de tiempos se diseñó apropiadamente para recoger todos los datos necesarios que son importantes en el análisis de resultados.

En el encabezado de la hoja de control de tiempos se colocaran datos que ayudaran a identificar: el área, elemento, máquina, operador responsable y equipo utilizado para realizar la medición de tiempo.

La hoja de control de tiempos se empleara en el campo donde se encuentra la información (área de fabricación), previo a tomar los datos se realizara una pequeña charla con todo el grupo de operadores, donde se socializara la intención de realizar el presente estudio, que método de medición de tiempos se usara, el instrumento a utilizar y se pedirá la colaboración de todos en cuanto a expresar los conocimientos de experiencia que puedan aportar en los datos del investigador.

Una vez finalizada la recolección de todos los datos que serán tomados con un cronometro como instrumento de medición de tiempo empleado en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, los resultados encontrados se procesarán con el fin de conocer el tiempo total que tarde el área de fabricación en construir el cabezal de pozo.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Para interpretar el análisis de los datos obtenidos se tomó como guía los tiempos conseguidos durante la medición de la construcción de todas las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, mismo que está conformado por 15 elementos procesados en el área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A.

Los tiempos que se encuentran revisados pertenecen al total del tiempo del proceso actual de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, se inicia tomando los tiempos desde que el operador coloca la herramienta que utilizara en la ejecución de la tarea, se continua sumando el tiempo del montaje y centrado de la pieza a maquinar, este tiempo se sumara en cada pieza que realice la misma operación.

El tiempo de torneado, es simplemente el tiempo utilizado para desbastar exteriormente e cilindrar interiormente la pieza dejando de acuerdo a las medidas detalladas en el plano, este proceso de maquinado lo realizan en tornos que pueden ser horizontales o verticales según la disponibilidad de la máquina, se medirán los tiempos en todas las piezas que conforman el cabezal en estudio.

El fresado, es el tiempo que actualmente utiliza el operador para fresar las caras de la pieza que requiera esta operación, se realiza esta actividad en las piezas donde se acoplaran bridas y tendrán que soportar un torque específico.

El tiempo de perforado, que es considerado el tiempo que el operador tarda en realizar todas las perforaciones para alcanzar a dejar según los acabados y medidas descritas en el plano, esta acción generalmente la realizan en un taladro

radial, pero en ocasiones por disponibilidad de la máquina también lo están realizando en la mandrinadora.

El tiempo de machuelado, se considera el tiempo que involucra al operador realizar el machuelado de todas las roscas de la pieza, considerando todas las características con las que debe quedar al culminar la tarea, esta actividad la realizan en la mandrinadora, se sumaran los tiempos de las piezas que conforman el cabezal en estudio que pasen por este procedimiento.

El tiempo de transporte, que se estima el tiempo que utilizan los operadores en transportar o movilizar las piezas de una máquina a otra dentro del taller de fabricación, este tiempo también encierra todos los movimientos de las piezas que se hacen hasta llegar al lugar donde se realiza el control de calidad.

El tiempo de operaciones manuales, se considera cuando el operador realiza acciones de trabajo en las piezas que no intervienen máquinas herramientas, como son: limado de rebabas, limpieza de grasas en la materia prima, limpieza de las máquinas, llenado de órdenes de producción, entre otras, tiempos que serán considerados dentro del estudio de la construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

El tiempo de control dimensional, se aprecia el tiempo en que el supervisor del área de fabricación demora en revisar todas las piezas, que tengan las medidas y acabados según las especificaciones de los planos emitidos por el área de diseño, se sumaran los tiempos que involucre el control dimensional de todas las partes que conforman el cabezal en estudio.

El tiempo de reproceso, se tomara en cuenta todo el tiempo que involucre a los operadores realizar la corrección o actividades que tengan que desarrollarse para que la pieza cumpla todas las especificaciones de diseño y pueda ser liberada del área de fabricación.

Para mayor entendimiento a continuación se presenta una tabla donde se especifica las máquinas herramientas que intervienen en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en el área de fabricación y las siglas con las que se nombrará en este estudio.

Tabla N° 4: Máquinas del área de fabricación

<b>MÁQUINAS DEL ÁREA DE FABRICACIÓN</b>	
<b>Máquinas</b>	<b>Siglas</b>
Torno 3	T3
Torno 4	T4
Torno SMART	ST1
Fresadora 1	F1
Fresadora 2	F2
Mandrinadora	M1
Taladro radial 1	TR1

Elaborado por: El investigador

En el diagrama del ensamble completo, presentado en el anexo N° 1 se encuentran detallados los 47 ítems, los mismos que conforman el cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, cabe recalcar que tan solo 15 ítems son los que se procesan en el área de fabricación por cada cabezal, siento por esta razón que el estudio se centrará en los tiempos tomados en la construcción de las partes del cabezal de pozo, de los ítems mencionados antes. Con el objetivo de una mejor identificación de las partes en estudio, en las tablas de medición de tiempos se hará notar el nombre del elemento y el ítem al cual pertenece.

### **Análisis de cuadros y gráficos estadísticos**

En las próximas tablas se detallan todos los resultados conseguidos en la medición de los tiempos que fueron tomados a cuatro equipos diferentes, en cada pieza que forma parte del cabezal de pozo en estudio, como se expuso antes estos tiempos encierra todos los procesos de maquinado que se realizan en el área de

fabricación hasta cuando las piezas se encuentran listas para ser liberadas, además en las tablas se calculará el total de tiempo utilizado en cada proceso por los cuales pasan los elementos.

Las hojas de medición de tiempos, permitieron obtener todas las mediciones de los tiempos utilizados en la construcción del cabezal de pozo en estudio. Los tiempos que se recabaron sirvieron para determinar el tiempo total del proceso de construcción y el tiempo promedio en el cual lo están realizando actualmente los operadores del área de fabricación.

Los tiempos que se muestran en las próximas tablas se consiguieron de la siguiente manera:

El total de tiempo utilizado en la construcción de partes de cada cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, se obtiene de la siguiente manera:

$$TCP = T_{tor} + T_f + T_p + T_{mr} + T_t + T_{om} + T_d + T_r$$

Donde:

TCP= Tiempo total de construcción de partes

T<sub>tor</sub>= Tiempo total de torneado (min)

T<sub>f</sub>= Tiempo total de fresado (min)

T<sub>p</sub>= Tiempo total de perforado (min)

T<sub>mr</sub>= Tiempo total de machuelado de roscas (min)

T<sub>t</sub>= Tiempo total de transporte (min)

T<sub>om</sub>= Tiempo total operaciones manuales (min)

T<sub>d</sub>= Tiempo total dimensional (min)

T<sub>r</sub>= Tiempo total de reproceso (min)

Del total del tiempo utilizado en la construcción de partes de cada cabezal de pozo en estudio; señalado en minutos, se dividirá para 60 consiguiendo el total

de horas hombre empleado en el proceso, a continuación se indica la fórmula para calcular las horas hombre que se consigue de la siguiente manera:

$$Hh = \frac{TCP}{60}$$

Donde:

Hh= Horas hombre

TCP= Tiempo total de construcción de partes

En la siguiente tabla se muestra los tiempos obtenidos durante la construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en el primer mes de estudio

Tabla N° 5: Datos obtenidos durante la construcción del primer cabezal

Medición de tiempos cabezal N° 01										
Ítem	Ítem cabezal	Ttor	Tf	Tp	Tmr	Tt	Tom	Td	Tr	
1	1	390	N/A	N/A	330	20	60	45	N/A	
2	2	98	N/A	5	N/A	N/A	10	5	N/A	
3	7	30	N/A	5	N/A	N/A	N/A	3	N/A	
4	9	60	N/A	N/A	N/A	10	6	6	N/A	
5	15	430	265	N/A	N/A	10	30	30	230	
6	16	40	N/A	N/A	N/A	4	6	6	N/A	
7	17	710	N/A	N/A	650	20	60	45	N/A	
8	19	425	190	345	N/A	20	20	30	N/A	
9	22	600	N/A	120	N/A	15	25	30	N/A	
10	23	320	N/A	N/A	N/A	3	5	8	N/A	
11	32	205	N/A	N/A	N/A	6	10	20	N/A	
12	35	360	90	520	N/A	60	45	45	N/A	
13	43	270	N/A	N/A	N/A	10	15	45	N/A	
14	44	35	N/A	N/A	N/A	5	3	15	N/A	
15	47	175	N/A	90	N/A	10	15	30	N/A	
Total minutos		4148	545	1085	980	193	310	363	230	TCP
Total horas hombre										130,90

Elaborado por: El investigador

Durante la recolección de la información se tomó los tiempos de construcción de las 15 partes que conforman el cabezal de pozo, y se procesan en la empresa, los tiempos recopilados pertenecen al tiempo que demoran los operadores en realizar todos los procesos necesarios para dejar las piezas con los acabados precisos según los planos. Es necesario mencionar que también encierra los tiempos que el supervisor realiza el control dimensional para asegurar que se cumpla a cabalidad con las medidas requeridas por área de diseño.

La tabla de los datos obtenidos durante la construcción de partes del primer cabezal refleja el tiempo total de construcción de partes siendo 7.854 minutos, con un total de 130,9 horas hombre, también se evidencia un tiempo de reproceso de 230 minutos causados por el incumplimiento de una tolerancia en la rosca de la pieza del ítem N° 15.

Tabla N° 6: Datos obtenidos durante la construcción del segundo cabezal

Medición de tiempos cabezal N° 02										
Ítem	Ítem cabezal	Ttor	Tf	Tp	Tmr	Tt	Tom	Td	Tr	
1	1	420	N/A	N/A	480	15	45	50	N/A	
2	2	120	N/A	N/A	N/A	8	8	5	N/A	
3	7	30	N/A	N/A	N/A	5	N/A	3	N/A	
4	9	60	N/A	N/A	N/A	10	6	6	N/A	
5	15	410	295	N/A	N/A	8	35	35	N/A	
6	16	40	N/A	N/A	N/A	4	6	6	N/A	
7	17	825	N/A	N/A	700	15	50	40	N/A	
8	19	470	180	270	N/A	18	30	30	N/A	
9	22	675	150	N/A	N/A	18	30	40	N/A	
10	23	350	N/A	N/A	N/A	3	5	10	N/A	
11	32	100	N/A	135	N/A	6	10	20	N/A	
12	35	420	170	430	N/A	45	50	35	N/A	
13	43	300	N/A	N/A	N/A	15	20	40	N/A	
14	44	35	N/A	N/A	N/A	5	3	15	N/A	
15	47	85	150	N/A	N/A	12	20	35	N/A	
Total minutos		4340	945	835	1180	187	318	370	0	TCP
Total horas hombre										136,25

Elaborado por: El investigador

En la recopilación de tiempos del segundo cabezal de pozo se puede observar que existe un aumento en los tiempos de algunos procesos, esto es debido, a que los insertos utilizados en las diferentes máquinas ya tienen un tiempo medio de uso, por tal razón, el tiempo de maquinado aumenta, además existieron tiempos de mantenimiento correctivo que causaron un acrecentamiento del 4,08% con relación al tiempo de construcción del primer cabezal.

Al interpretar la tabla mostrada antes, se puede mencionar que los tiempos de construcción de las partes del cabezal presentan aumentos en los tiempos, los mismos que se describen a continuación; 136,25 horas hombre. El aumento de los tiempos fueron ocasionados por diferentes motivos; la falta de habilidad por los operadores, lentitud durante el proceso de torneado ya que el T3 presenta un daño por falta de mantenimiento preventivo y es necesario parar la operación hasta que el T4 esté disponible para cambiar la pieza de máquina y poder continuar con el proceso.

Tabla N° 7: Datos obtenidos durante la construcción del tercer cabezal

Medición de tiempos cabezal N° 03										
Ítem	Ítem cabezal	Ttor	Tf	Tp	Tmr	Tt	Tom	Td	Tr	
1	1	420	N/A	N/A	600	15	50	40	N/A	
2	2	150	N/A	N/A	N/A	10	15	5	N/A	
3	7	30	N/A	N/A	N/A	5	N/A	3	N/A	
4	9	60	N/A	N/A	N/A	10	6	6	N/A	
5	15	415	320	N/A	N/A	15	30	30	N/A	
6	16	40	N/A	N/A	N/A	4	6	6	N/A	
7	17	760	N/A	N/A	830	20	45	45	N/A	
8	19	490	210	305	N/A	25	25	40	N/A	
9	22	690	N/A	108	N/A	20	25	35	N/A	
10	23	295	N/A	N/A	N/A	3	5	7	N/A	
11	32	100	N/A	95	N/A	6	10	20	N/A	
12	35	245	150	495	N/A	65	60	40	N/A	
13	43	275	N/A	N/A	N/A	15	12	45	95	
14	44	35	N/A	N/A	N/A	5	3	12	N/A	
15	47	145	N/A	190	N/A	10	18	25	N/A	
Total minutos		4150	680	1193	1430	228	310	359	95	TCP
Total horas hombre										140,75

Elaborado por: El investigador



En la tabla expuesta, se puede evidenciar que existen tiempos elevados en determinados procesos de maquinado, esto se debe, a que no todos los operadores tienen las mismas destrezas en todas las máquinas existentes en el área de fabricación, donde el supervisor del área exige que roten por las diferentes máquinas herramientas con el deseo que el conocimiento de los operadores se amplíe y en un futuro cercano estén en capacidad de mejorar los tiempos de construcción. Es por este motivo que incluso se presenta una pieza en reproceso, lo que aumenta el tiempo total de construcción de partes.

Es notable el incremento de los tiempos de construcción en el tercer cabezal, ya que en relación del primer cabezal existe un 7,52% de incremento respecto al total del tiempo de construcción de las partes del cabezal Multibowl 3 1/8 5K, lo cual demuestra que existe variación en los tiempos de construcción causados por diferentes factores expuestos anteriormente, esto hace notar que existen falencias en el área de fabricación, que son necesarias solucionar.

En los datos recabados en la construcción de partes del cuarto cabezal se encuentran tiempos parecidos a los tres tomados anteriormente, donde también se presentan paradas de máquinas al momento de la construcción, lo que obliga a los operadores a cambiar de máquina y dejar esa operación pendiente hasta que vuelvan habilitar la máquina que presentó defectos.

Con todos los tiempos recabados a lo largo de la investigación el investigador tiene las herramientas suficientes para poder estimar el tiempo total que tardaría el área en estudio en fabricar la muestra ensayada y poder calcular el tiempo promedio que tardarían por cada cabezal de pozo completo.

A continuación se presenta la tabla donde constan los datos recabados en la construcción de partes del cabezal número cuatro:

Tabla N° 8: Datos obtenidos durante la construcción del cuarto cabezal.

Medición de tiempos cabezal N° 04										
Ítem	Ítem cabezal	Ttor	Tf	Tp	Tmr	Tt	Tom	Td	Tr	
1	1	465	N/A	N/A	665	20	60	60	N/A	
2	2	90	N/A	N/A	N/A	5	12	5	N/A	
3	7	30	N/A	N/A	N/A	5	N/A	3	N/A	
4	9	60	N/A	N/A	N/A	10	6	6	N/A	
5	15	490	240	N/A	N/A	10	30	35	105	
6	16	40	N/A	N/A	N/A	4	6	6	N/A	
7	17	715	N/A	N/A	620	15	40	50	N/A	
8	19	485	240	295	N/A	15	30	30	N/A	
9	22	690	N/A	120	N/A	18	20	30	N/A	
10	23	375	N/A	N/A	N/A	3	5	10	N/A	
11	32	190	N/A	N/A	N/A	6	10	20	N/A	
12	35	295	185	385	N/A	40	50	45	N/A	
13	43	310	N/A	N/A	N/A	12	18	45	N/A	
14	44	35	N/A	N/A	N/A	5	3	15	N/A	
15	47	145	N/A	215	N/A	15	15	25	N/A	
Total minutos		4415	665	1015	1285	183	305	385	105	TCP
Total horas hombre										139,30

Elaborado por: El investigador

Una vez completada la muestra el investigador dispone de los datos suficientes para establecer las causas de las demoras en la construcción y los retrasos en los tiempos de entrega, y proponer una solución coherente que pueda ser aplicada en el área de fabricación, con la que puedan disminuir los tiempos de entregas y estar en capacidad de satisfacer las necesidades de sus clientes.

Luego de establecer los tiempos totales de construcción de los cuatro cabezales pozo, tomados como la muestra de esta investigación, es necesario conocer los tiempos muertos que se produjeron durante la construcción del cabezal en estudio, con el objetivo de tener un criterio fundamentado y datos precisos que ayuden tomar decisiones coherentes y realizar una propuesta adecuada, es por este motivo que a continuación se presenta una tabla que muestra los tiempos muertos tomados durante el proceso de construcción:

Tabla N° 9: Tiempos muertos en el proceso de construcción

TOTAL TIEMPOS MUERTOS EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN						
PRIMER CABEZAL	Mantenimiento Correctivo		Daños Herramientas	Demoras Montaje y Desmontaje	Lectura Planos	Tiempo total
	Máquinas		Operadores			
	Torno	11,35	2,45	2,15	1,45	26,15
	Fresadora	3,45				
	Taladro	3,15				
	Mandrinadora	2,15				
	<b>Total</b>	<b>20,1</b>				
SEGUNDO CABEZAL	Máquinas		Operadores			
	Torno	10,20	3,25	2,25	3,00	29,55
	Fresadora	5,10				
	Taladro	1,30				
	Mandrinadora	4,45				
	<b>Total</b>	<b>21,05</b>				
TERCER CABEZAL	Máquinas		Operadores			
	Torno	13,30	3,30	3,45	2,45	32,60
	Fresadora	2,00				
	Taladro	1,00				
	Mandrinadora	7,10				
	<b>Total</b>	<b>23,40</b>				
CUARTO CABEZAL	Máquinas		Operadores			
	Torno	9,50	3,30	3,1	2,45	25,65
	Fresadora	3,30				
	Taladro	0,00				
	Mandrinadora	4,00				
	<b>Total</b>	<b>16,80</b>				
<b>TOTAL TIEMPOS MUERTOS</b>						<b>113,95</b>
<b>PROMEDIO</b>						<b>28,49</b>

Elaborado por: El investigador

En la tabla presentada anteriormente muestra datos de todos los tiempos muertos que se originaron durante la construcción de los cabezales de pozo en estudio, los mismos que son causantes de la baja productividad del área de fabricación; siendo notable que el tiempo muerto causado por el Mantenimiento Correctivo a las máquinas herramientas durante el proceso de construcción de las

piezas, es el que influye potencialmente en los retrasos de las entregas del área antes mencionada. Donde da a notar que la empresa carece de un Sistema de Gestión de Mantenimiento que ayudaría a mantener una programación de los mantenimientos de las máquinas y evitaría que existan paras durante el proceso de construcción, además es trascendental que los tiempos muertos causados por; daños de herramientas, daños en montaje, desmontaje de piezas y lectura de planos también pueden ser reducidos si existiera una capacitación adecuada a los operadores.

A continuación se presenta una figura en la que constan los datos totales de construcción de los cabezales y además se indican los tiempos muertos causados por el mantenimiento correctivo durante la construcción de los cuatro cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K, que se tomó como muestra para este estudio.

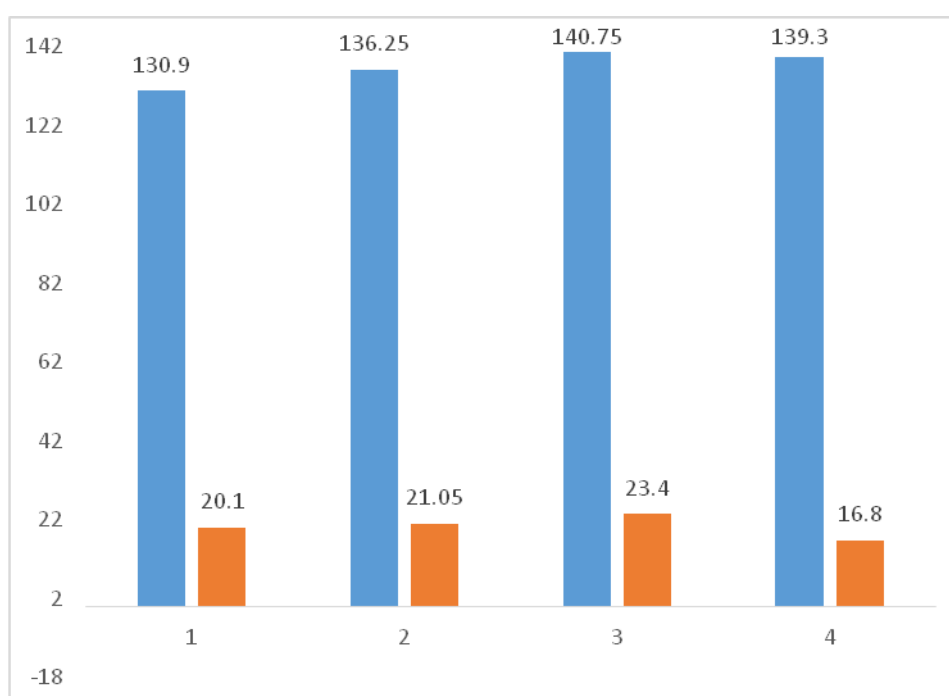


Figura N° 9: Análisis de tiempos muertos por mantenimientos correctivos  
Elaborado por: El investigador

En la figura expuesta antes se realiza un análisis de los tiempos muertos con mayor porcentaje durante el proceso de construcción de los cuatro cabezales de pozo que se tomó como muestra para esta investigación. Información que arrojó como resultado a los tiempos muertos causados por el mantenimiento correctivo a las máquinas herramientas, teniendo 20,10 horas muertas en la construcción del primer cabezal, 21,05 horas en la construcción del segundo cabezal y 23,40 horas en la construcción del tercer cabezal y 16,80 en la construcción del cuarto cabezal de pozo estudiado, que al sumar los cuatro resultados se tiene 81,35 horas muertas en la construcción de los cabezales de pozo tan solo causadas por el mantenimiento correctivo.

Con el objetivo de conocer qué porcentaje de tiempos muertos causados por el mantenimiento correctivo está interviniendo directamente en la construcción de los cabezales de pozo, se procesó los datos obtenidos durante la investigación teniendo como resultado la siguiente tabla.

Tabla N° 10: Porcentaje de influencia en los tiempos de construcción

<b>Promedio construcción de cabezales</b>	<b>Promedio tiempo muertos mantenimiento correctivo</b>	<b>Influencia en los tiempos de producción</b>
136,80	20,34	15%

Elaborado por: El investigador

Tomando en cuenta los datos procesados en la anterior tabla, el investigador puede deducir que es preciso enfocarse en realizar un Sistema de Gestión de Mantenimiento que pueda contribuir al área de fabricación en mantener planificado y controlado tanto los mantenimientos de las máquinas herramientas y las capacitaciones del personal, ya que permitirá trabajar directamente en el 15% de mantenimientos correctivos que está afectando en las entregas de las partes de los cabezales de pozo en estudio.

A continuación se representa en la tabla N° 11, los promedios de los tiempos muertos que fueron recabados durante la investigación, los mismos que serán utilizados para analizar mediante el método de Pareto, sobre cual causa de tiempo muerto debe orientarse la propuesta para disminuir significativamente los retrasos en las entregas.

Tabla N° 11: Tiempos muertos en el proceso de construcción

<b>Datos de tiempos muertos en el proceso de construcción</b>		
<b>Causas tiempos muertos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Acumulado</b>
Mantenimiento Correctivo	20,34	71%
Lectura de planos	2,34	80%
Desmontaje y montaje	2,74	89%
Daños de herramientas	3,08	100%

Elaborado por: El investigador

Con el objetivo de enfocar de una manera adecuada hacia a donde debe enfocarse la propuesta que elaborará el investigador se construyó la siguiente figura que representa todos los tiempos muertos existentes en el área de fabricación, la misma que será analizada bajo el método de Pareto.

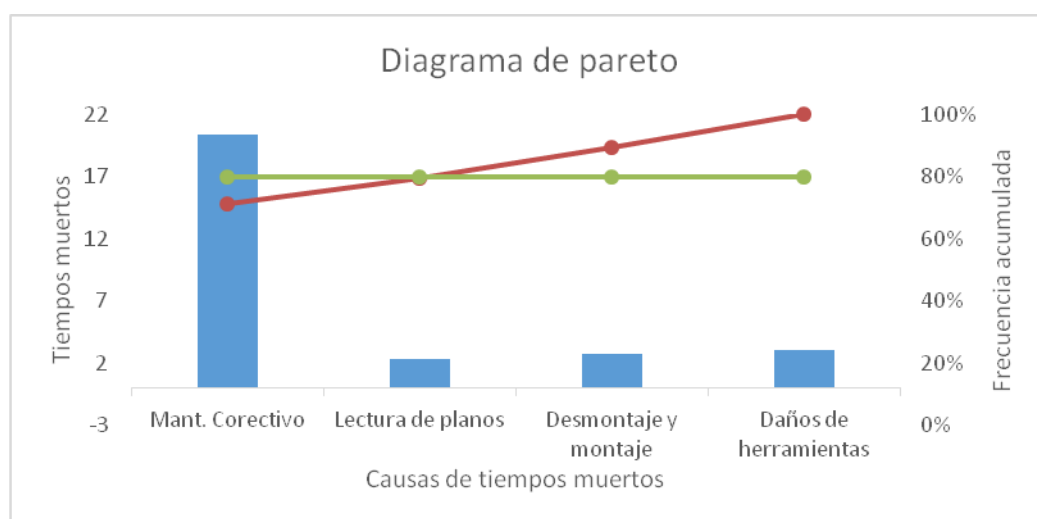


Figura N° 10: Diagrama de Pareto sobre tiempos muertos  
Elaborado por: El investigador

Como se puede evidenciar en el gráfico existen cuatro motivos por los cuales se están generando tiempos muertos en el área de fabricación, de los cuales se destaca el causado por el mantenimiento correctivo no programado que sin lugar a dudas es el que está causando mayores inconvenientes en el área ya mencionada. Y como lo refleja el diagrama de Pareto, indica que si el investigador logra reducir el 80% del tiempo muerto en el proceso de construcción estaría justificada la investigación, también es necesario buscar alternativas que permitan reducir los tiempos muertos causados por los daños de herramientas, desmontaje y montaje de herramientas y demoras en las lecturas de los planos, de esta manera empresa estaría en capacidad de programar su producción sin temores de incumplir a sus clientes.

Luego de haber realizado el análisis a los datos citados anteriormente se puede deducir que realizando un Sistema de Gestión de Mantenimiento para las máquinas herramientas del área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, se lograría reducir en gran porcentaje en los tiempos muertos durante la construcción, y de esta manera la empresa estaría en capacidad de disminuir los tiempos de entrega a sus clientes.

### **Las Verificación de hipótesis**

Con el fin de poder verificar la hipótesis trazada se utilizará la distribución del Chi Cuadrado, donde se utilizarán los tiempos reales utilizados en la construcción de partes de tres cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y se restará los tiempos muertos, de esta manera se tendrá los tiempos esperados en la construcción de los cabezales en estudio.

Para poder calcular la productividad actual del área de fabricación se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Total cabezales}}{\text{Total hora hombre empleadas}}$$

Para mejor entendimiento se presenta los datos reales, que se tiene:

$$\text{Productividad} = \frac{4 \text{ cabezales}}{547,20 \text{ horas}} \quad \text{Productividad } 0,0073 \text{ c/h}$$

Resultado que arroja la cantidad de cabezales de pozo que el área de fabricación está construyendo por cada hora trabajada.

En la tabla que se detalla a continuación se muestra la productividad actual que alcanza el área de fabricación en la construcción de cabezales de pozo Multibowl 3 1/8 5K, también se indica la productividad que alcanzaría el área mencionada al lograr reducir todos los tiempos muertos que se producen durante la construcción de partes del cabezal en estudio, al disponer de los datos tanto de productividad actual y productividad esperada el investigador puede calcular la eficiencia actual que se muestra a continuación:

Tabla N° 12: Productividad y eficiencia

Cantidad operadores	Horas diarias trabajadas	Días mes trabajados	Promedio tiempos reales	Promedio tiempo esperado
5	8	20	136,80	107,37
Productividad actual	5,85			
Productividad esperada	7,45			
Eficiencia	78%			

Elaborado por: El investigador



Al interpretar la tabla antes propuesta se puede concluir que al realizar un Sistema de Gestión de Mantenimiento enfocado a las máquinas del área de fabricación y a los operadores, podría dicha área producir hasta 1,6 cabezales de pozo más mensualmente, lo que contribuiría a aumentar la productividad y disminuir los tiempos de entrega a sus clientes.

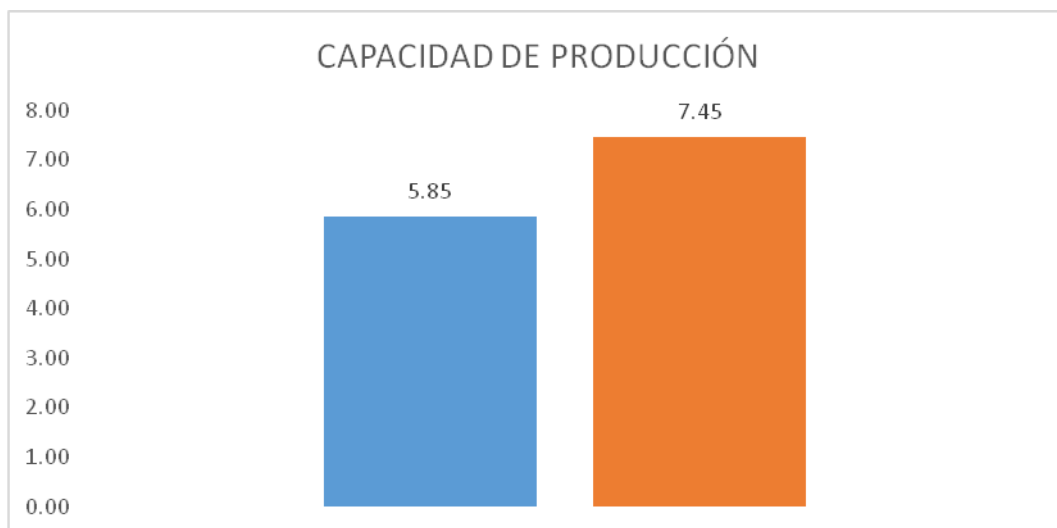


Figura N° 11: Capacidad de producción  
Elaborado por: El investigador

En la figura N° 10 se analiza la capacidad de producción que tiene el área de fabricación; para este análisis se utilizan los datos de la capacidad de producción actual versus la capacidad de producción esperada al implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento que se adapte a las necesidades actuales de las máquinas y los operadores del área en estudio.

En la tabla N° 13 que se muestra a continuación constan los datos conseguidos en toda la investigación en el proceso actual de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en el área de fabricación.

Tabla N° 13: Datos para verificar hipótesis

Descripción	# Equipo	Tiempo total de construcción de equipo ( minutos)	Tiempos muertos (horas)	Horas hombre empleadas
<b>Cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K</b>	1	7854	26,15	130,9
	2	8175	29,55	136,25
	3	8445	32,6	140,75
	4	8358	26	139,30
<b>Total</b>		<b>32832</b>	<b>114,3</b>	<b>547,20</b>
<b>Promedio</b>		<b>8208</b>	<b>28,575</b>	<b>136,80</b>

Elaborado por: El investigador

En la tabla se indica los tiempos promedios recogidos en las mediciones de tiempos, recopilados durante la construcción de partes de cuatro cabezales de pozo. Al realizar el análisis se puede observar que el tiempo total utilizado en la construcción de partes de los cabezales estudiados es 32.832 minutos teniendo un promedio de 8.208 minutos por cada cabezal terminado, además se tiene 547,20 horas hombre y un promedio de 136,80 horas hombre por cada equipo terminado, estos datos serán útiles en lo posterior para realizar un análisis teórico de aquellos resultados que puedan alcanzarse después de poner marcha la propuesta.

Conociendo el resultado de los tiempos totales, tanto de la construcción de los cabezales de pozo, como del total de los tiempos muertos, el investigador dispone de las herramientas suficientes para plantear una figura que represente el tiempo promedio actual de construcción versus el tiempo promedio de construcción en el área de fabricación, que se lograría a mediano plazo al implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento que le permita planificar e implementar tanto mantenimientos preventivos y capacitaciones periódicas para todos los operadores del área ya mencionada.

A continuación se presenta la figura mencionada:

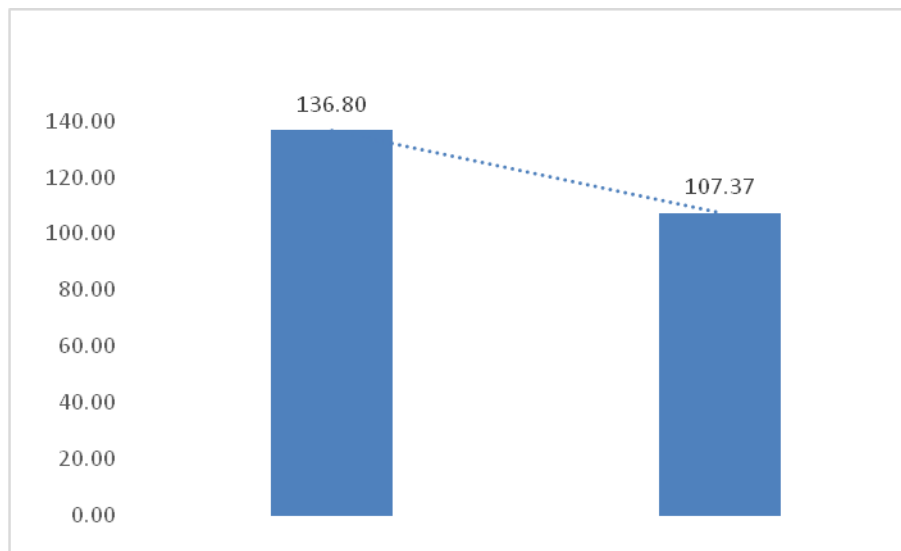


Figura N° 12: Tiempo actual versus tiempo esperado  
Elaborado por: El investigador

Considerando que para la construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, se utiliza cierta cantidad de horas hombre se puede interpretar que mientras más cantidad de horas hombre se utilice en la construcción de partes del cabezal en estudio, reduce la productividad del área de fabricación, o a su vez mientras más cantidad de tiempos muertos se produzcan durante la construcción de las partes de los cabezales en estudio incide directamente para disminuir la productividad lo que incurre concisamente en la demora de las entregas de este producto.

Para comprobar la hipótesis planteada en este estudio se utilizará la distribución del Chi Cuadrado que es una de las herramientas utilizadas que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica (bondad de ajuste), es la distribución del Chi Cuadrado, que se considera una prueba de hipótesis no paramétrica indicando en qué medida existen diferencias entre ambas, también se utiliza para probar la independencia de dos variables entre sí, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia.

Para poder calcular la distribución del Chi Cuadrado se utiliza la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(\text{observada}_i - \text{teorica}_i)^2}{\text{teorica}_i}$$

Donde se deben calcular los grados de libertad en base a la tabla de contingencia realizada para este cálculo; para lo cual existe la siguiente formula:

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Donde:

gl= Grados de libertad

r= Número de filas

k= Número de columnas

Con todos los valores obtenidos en las hojas de control de tiempos, y utilizando las formulas antes expuestas se realizó la tabla mostrada a continuación logrando los siguientes resultados.

Tabla N° 14: Chi Cuadrado

	cabezal 1	cabezal 2	cabezal 3	cabezal 4	
Tiempo promedio esperado	107,37	106,53	106,53	106,53	
Tiempo real	130,9	136,25	140,75	139,30	
TOTAL	5,16	8,29	10,99	10,08	34,51

Elaborado por: El investigador

Donde:

$X^2_{\text{calculado}} = 34,51$

$X^2_{\text{tabla}} = 7,815$

gl= 3

Se trabajará con un margen de error de 0.05

Para poder determinar la hipótesis se realiza la siguiente comparación:

$X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{tabla}} \Rightarrow H_0$  (Se acepta la hipótesis alternativa)

$X^2_{\text{calculado}} < X^2_{\text{tabla}} \Rightarrow H_1$  (Se acepta hipótesis nula)

En este caso el  $X^2_{\text{calculado}} = 34,51 > X^2_{\text{tabla}} = 7,815$

Entonces se acepta la hipótesis alternativa que quiere decir que los procesos de construcción de partes de un cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K de la empresa ESP Completion Technologies S.A, sí inciden directamente en los tiempos de entrega.

Como se mencionó antes, existen diferentes procesos que intervienen en la construcción de partes del cabezal en estudio, los mismos que en su unión conforman la construcción de todas las partes del cabezal, a estos procesos ya se los había mencionado inicialmente, pero es necesario volverlos a nombrar con el fin que exista una correcta comprensión del total de los tiempos: proceso de torneado, proceso de fresado, proceso de perforado, proceso de machuelado, proceso de transporte, operaciones manuales, control dimensional y por el último el reproceso en caso de ser necesario.

Cada uno de estos procesos genera un tiempo, se tomó el promedio conseguido de las hojas de control de tiempos y hace referencia en la siguiente figura:

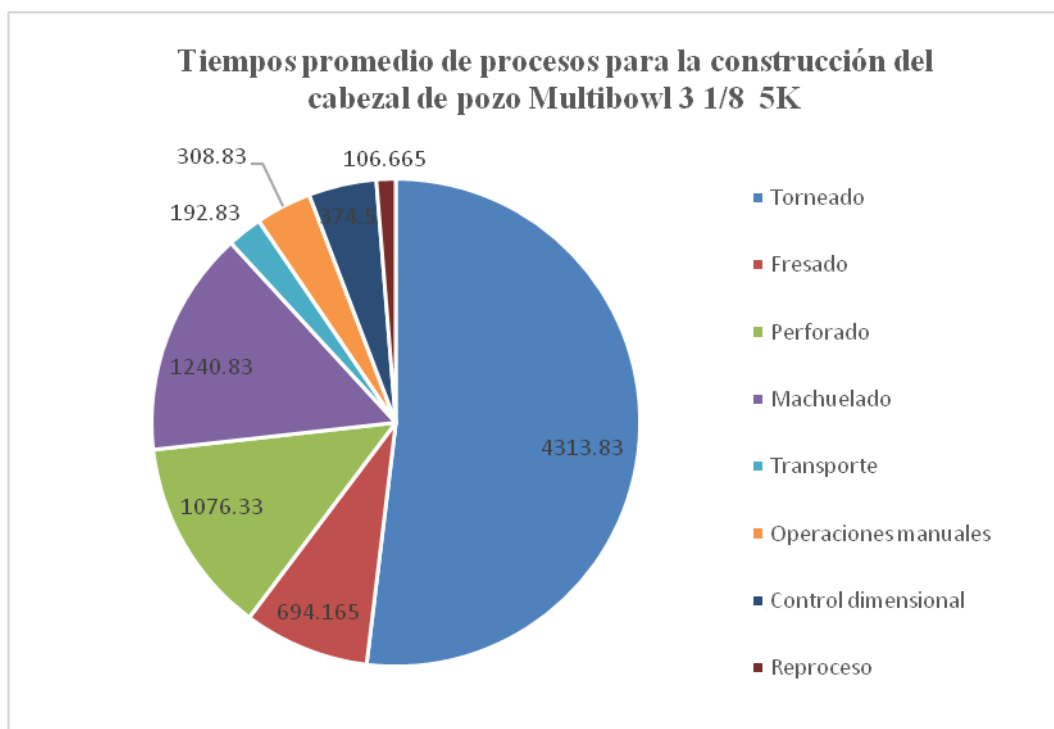


Figura N° 13: Tiempos promedio de los procesos que intervienen en la construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K  
Elaborado por: El investigador

Examinando la figura presentada se puede evidenciar que existen cuatro procesos que demandan mayor cantidad de tiempo durante la construcción de partes del cabezal, donde el tiempo promedio del proceso de torneado es de 4313,83 minutos, reflejando que es el proceso que utiliza el mayor porcentaje de tiempo en la construcción de partes, asimismo el proceso de machuelado tiene un tiempo promedio de 1240,83 minutos, apareciendo como el segundo con alto porcentaje de tiempo, además el proceso de perforado tiene un tiempo promedio de 1076,33 minutos ocupando el tercer lugar en el porcentaje de tiempo, y por último el proceso de fresado que tiene un tiempo promedio de 694,17 minutos, estos datos servirán como referencia para comparar con los resultados obtenidos cuando se ponga en marcha la propuesta.

Entonces es el proceso de torneado el que altera significativamente el tiempo en el proceso de construcción de partes del cabezal en estudio, seguido por los otros tres procesos mencionados anteriormente, es por tal motivo que los ánimos del actual estudio se enfocan en establecer los motivos del problema, con la idea plantear una solución que permita disminuir estos tiempos y así poder colaborar a la mejora de la productividad del área de fabricación y lograr disminuir los tiempos de entrega de los cabezales de pozo. Posteriormente se efectuara otra estimación de estos tiempos con el fin de exponer los cambios que se pueden alcanzar una vez que se ejecute la propuesta y se verificara con el entorno actual de los tiempos tomados en este estudio.

## **Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

- En la actual investigación se levantó toda la información relacionada con los tiempos actuales manejados en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, adicionalmente se reunió información del personal que se encuentra inmiscuido en el proceso de construcción de partes y del área de fabricación con el fin de analizar la información posteriormente.
- Los datos tomados en el actual estudio, revelan que los tiempos actuales empleados son elevados, entonces este tiempo de construcción es el más amplio por lo que influye directamente en los tiempos de entrega de los cabezales de pozo, disminuyendo la productividad del área de fabricación ya que son demandadas mayor cantidad de horas-hombre.
- Al contemplar el proceso actual de construcción de partes del cabezal de pozo en estudio, es notable que falta experiencia en la lectura de planos y habilidad en la manipulación de las máquinas herramientas por parte de los operadores, por lo que requieren excesivo tiempo y algunos insertos se dañan prematuramente, además es notable que no se realiza mantenimientos preventivos causando paradas en pleno proceso de construcción, por tal motivo es preciso realizar planes de capacitación para los operadores y de mantenimientos preventivos, y con esto disminuir el tiempo total empleado en la construcción de partes y así lograr incrementar la productividad del área de fabricación y reducir los tiempos de entrega de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.



## Recomendaciones

- Es necesario interpretar técnica y teóricamente todos los resultados que se consiguieron en las hojas de control de tiempos. con el fin de establecer el efecto que causa los elevados tiempos utilizados en el proceso actual de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, de igual manera analizar los datos que se reunió de los operadores del área de fabricación, con el propósito de plantear una alternativa de solución posible y prudente que consienta mejorar el proceso actual.
- Se recomienda analizar la influencia actual del proceso de torneado de las partes del cabezal de pozo en estudio, con referencia a los tiempos de entrega ya que es el proceso que dispone el más alto porcentaje de tiempo, sin lugar a duda al examinar todos los parámetros se afirma la falta de mantenimientos a las máquinas herramientas del taller de fabricación y los escasos conocimientos y habilidad por parte de los operadores lo cual causa el exceso de tiempo invertido en el proceso.
- Se recomienda realizar un plan de capacitación para todo el personal operativo en lo que se refiere al correcto uso de las máquinas herramientas y programar talleres donde los mismos puedan mejorar sus destrezas, también se sugiere realizar un inventario de todos los repuestos más comunes de las máquinas herramientas existentes en el área de fabricación para efectuar un análisis crítico y en base al estudio diseñar un plan de mantenimiento efectivo que minimice las paras de la maquinaria, lo cual permita realizar la construcción de las partes del cabezal Multibowl 3 1/8 5K, en menor tiempo y reduzca el total de los tiempos de entrega.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

#### **Tema:**

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS PARTES DEL CABEZAL DE POZO MULTIBOWL 3 1/8 5K.

#### **Datos Informativos**

- Empresa: ESP Completion Technologies S.A.
- Responsables: Bayron Israel Miranda Camacho (Investigador)  
Ing. Fabián Sarmiento Ortiz (Tutor)
- Beneficiarios: Accionistas y trabajadores de la empresa.
- Ubicación: Sector Cochapamba Norte, calle Industrial Oe8-163 y Eucaliptos. Teléfono (02)6003047, en la ciudad de Quito – Ecuador.
- Periodo: Esta propuesta se desarrollara durante el período Marzo 2016 hasta marzo 2017.

## **Antecedentes de la propuesta**

En el estudio que se realizó en la empresa ESP Completion Technologies S.A, referente a los procesos de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, se detectó que está en la obligación de disminuir los tiempos de construcción de partes del cabezal en estudio ya que en el último año se ha visto afectada por retrasos en las entregas, lo cual está afectando directamente a la economía de la empresa, ya que ha tenido que cancelar grandes sumas de dinero a sus clientes en calidad de multas, además estos retrasos en los cuales ha incurrido la empresa declina la categoría en la cual se encuentra posesionada con sus clientes potenciales. Todos los aspectos mencionados anteriormente están causando rebaja de contratos para la empresa debido a que los clientes están solicitando que las entregas de las partes del cabezal se entregue en tiempos más cortos y su precio sea más accesible, causando dificultad para el área de fabricación.

En capítulos anteriores se recopiló y se interpretó información que permitió determinar las causas de los tiempos altos en la construcción de partes del cabezal en el área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, el investigador conoce las falencias del área en estudio y puede mencionar las mismas para objeto de conocimiento general. El tiempo que utiliza el área de fabricación en el proceso de torneado es muy elevado e interviene directamente en la productividad del área de fabricación y en los tiempos de entrega del cabezal en estudio, ya que es donde refleja mayor cantidad de paros por diferentes motivos que se mencionan a continuación: mantenimiento correctivo en los tornos en horario de trabajo, cambios de herramientas por daños ocasionados durante la operación originado por la falta de experiencia y destrezas de los operadores en el uso de la máquina herramienta, demoras exageradas en el montaje, desmontaje y procesamiento de las piezas procesadas, lentitud en la lectura e interpretación de los planos y sus detalles correspondientes, cabe recalcar que lo mencionado se repite en otros procesos como son: machuelado, perforado y fresado.

Luego de establecer claramente las causas por las cuales existen demoras en la construcción de partes del cabezal en estudio en el área de fabricación, se entiende el por qué la empresa se encuentra disminuyendo su producción progresivamente y de a poco va a dejar de ser competitiva con relación a otras empresas que se dedican a proveer los mismos servicios, es por este motivo que los directivos de ESP Completion Technologies S.A, están comprometidos en efectuar todos los cambios que sean necesarios para que el área de fabricación disminuya los tiempos en la construcción y la empresa vuelva a ser competitiva, de esta manera pueda nuevamente posesionarse en el mercado.

En el actual capítulo el investigador se enfocará en recoger y procesar información útil que le permita diseñar un Sistema de Gestión de Mantenimiento para las máquinas herramientas, y a la vez, programar capacitaciones de acuerdo a las necesidades de conocimientos para los operadores del área de fabricación, cabe recalcar que el diseño de mantenimiento que realice el investigador será únicamente utilizable para las máquinas herramientas del área de fabricación de la ESP Completion Technologies S.A, quedando a consideración de los directivos de la empresa en implementarlo y así mejorar la productividad del área y reducir los tiempos de entrega de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un Sistema de Gestión de Mantenimiento para las máquinas herramientas que intervienen en el proceso de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer el estado actual de las máquinas herramientas en el área de fabricación.
- Diseñar un plan de mantenimiento para las máquinas herramientas que intervienen en el proceso de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.
- Evaluar los conocimientos de los operadores a cerca de la construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.
- Plantear instructivos de mantenimiento para las máquinas herramientas, he instructivos de capacitación para los operadores del área de fabricación.
- Plantear formatos útiles para registrar los mantenimientos de las máquinas herramientas y las capacitaciones de los operadores.

## Justificación de la propuesta

En todas las empresas donde se utilicen máquinas herramientas es de gran importancia llevar un control adecuado de las mismas y disponer de un Sistema de Gestión de Mantenimiento apropiado que permita predecir, prevenir y en el peor de los casos corregir los daños que pudieren presentar las piezas en las máquinas causados por el uso diario, es por esta razón que es necesario que intervenga la **Ingeniería Industrial** ya que es una rama que se dedica al estudio permanente de los procesos, con el objetivo de mejorar la eficiencia y productividad ya sea de alguna área específica o de alguna organización. Es sumamente factible que las empresas cuenten con los servicios del Ingeniero Industrial, puesto que, será de gran ayuda en la optimización de los procesos, además favorecerá a reducir los gastos excesivos, permitiendo que la empresa se destaque tanto por competitividad y por alta calidad en sus productos.

Es factible implementar el Sistema de Gestión de Mantenimiento para las máquinas herramientas que intervienen en el proceso de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en el área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, puesto que la organización está en la obligación en el ámbito **legal** de cuidar la integridad de los operadores, y apoyar el desarrollo personal, conociendo que el talento humano es la parte fundamental y depende de ellos para que los diferentes procesos trabajen con total normalidad y sean cada vez mayor productivos en sus labores encomendadas, también es necesario decir, que debe estar absolutamente comprometida con el cuidado del medio ambiente evitando de todas las formas posibles la contaminación, esto ayudará que a corto plazo la empresa en este en la posibilidad de obtener una certificación que avale el compromiso con el cuidado del ecosistema, realzando la categoría de la organización e incrementando valor agregado a sus productos.

Vale la pena implementar esta propuesta porque la organización dispone de una certificación de calidad para sus productos, y obliga de cierta manera a llevar documentados todos los procesos de mantenimientos de las máquinas

herramientas que intervienen en la construcción y producción de las partes de los cabezales de pozo, además exige que durante el año de labores se programe capacitaciones para el personal que trabaja en la empresa y de igual manera debe existir documentos que certifiquen la existencia de los mismos. Aquella empresa certificadora cada año realiza una auditoría **técnica** donde revisa el cumplimiento de todos los puntos exigidos, levantando hallazgos y en caso de encontrar algún incumplimiento por parte de la empresa certificada, puede suspender la licencia de manera temporal o definitiva de acuerdo a la gravedad del hallazgo, es por este motivo que es urgente implementar la propuesta del investigador, ya que con esto se estaría garantizando el cumplimiento de todos los puntos exigidos por parte de la empresa certificadora y aseguraría que la empresa apruebe las auditorías futuras evitando incurrir en gastos innecesarios.

Es factible aceptar la propuesta que realiza el investigador puesto que tiene varios puntos que favorecerían al área de fabricación y por intermedio de esta mejorarían significativamente la **situación económica y financiera** de la empresa, como se ha podido evidenciar durante el estudio, el retraso en las entregas de los productos a sus clientes está afectando considerablemente la economía y estabilidad en el mercado tanto es así que han disminuido los contratos y ESP Completion Technologies S.A está empezando a verse absorbida por empresas que ofrecen los mismos servicios en el país. Por tal motivo la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento para las máquinas herramientas que intervienen en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, en el área de fabricación tendría un gran impacto positivo en lo que se refiere a disminución de tiempos, puesto que las máquinas herramientas operarían de la mejor manera y las habilidades de los operadores mejorarían importantemente minimizando los tiempos de construcción, todos estos cambios son necesarios por que incrementaría la productividad del área y la empresa nuevamente estaría en la capacidad de ofrecer sus productos en los tiempos requeridos por sus clientes, lo que permitirá recuperar el mercado en el país y a mediano plazo progresaría la situación financiera de la organización permitiéndole posicionarse en el mercado.

Dentro de la propuesta presentada cabe mencionar que tiene algunos **beneficios** de gran valor para la empresa donde se está realizando la investigación, empezando por mejorar los conocimientos de las personas que colaboran en el área, al observar que la empresa se preocupa por el bienestar y desarrollo del personal generará compromiso de los operadores en realizar las tareas encomendadas en menor tiempo y con la calidad que requiere la operación, además al realizar un Sistema de Gestión de Mantenimiento para las máquinas herramientas, el área podrá mantener una programación coordinada y realizar los mantenimientos en los días y horas deseadas, evitando de esta manera los retrasos durante la operación y concluyendo con los trabajos necesarios en los tiempos programados, también protegerá de mejor manera las máquinas ya que al llevar un mantenimiento preventivo no sufrirán daños importantes y su duración aumentará significativamente. Todas estas mejoras que puede llegar alcanzar el área de fabricación se verá reflejada en la entrega oportuna de los productos lo que creará confianza en los clientes y a corto plazo la organización estará en capacidad de ofrecer mayor cantidad de productos obteniendo utilidades que le permitan crecer como industria nacional.

### **Estudio Delphi**

Para establecer lo necesario para la elaboración de un Sistema de Gestión de Mantenimiento se va a utilizar un estudio Delphi. El método de Delphi consiste en seleccionar a un grupo de personas que conocen de un tema específico (implementación de sistemas gestión de mantenimiento), desarrollar unas preguntas que los expertos sabrán responder utilizando conocimientos y experiencia, se analiza y ordena las respuestas de los expertos para seleccionar las más idóneas.

Para empezar con el método de Delphi se hace presenta las características con las cuales se va seleccionar a los expertos, presentados en la siguiente tabla.



Tabla N° 15: Características de los expertos para su selección

<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS EXPERTOS</b>	
1	Tener títulos de tercer nivel y preferentemente cuarto nivel
2	Trabajar en el campo de mantenimiento de máquinas o materias a fines como construcción de máquinas
3	Tener conocimiento en sistemas de gestión de mantenimiento
4	Conocimiento en máquinas herramientas

Elaborado por: El investigador

Con las características presentadas en la anterior tabla se consigue tres expertos cuyos datos se los expone en la siguiente tabla:

Tabla N° 16: Expertos seleccionados

<b>Exper to</b>		<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Contacto</b>
<b>1</b>		Ing., Cesar Ricardo Ayabaca, M.Sc.	Jefe Departamento de máquinas herramientas Ingeniería Mecánica-EPN	CONTACTO  0958771784
		Dominio: Formulación de proyectos, tecnología de virutaje, dibujo mecánico		
<b>2</b>		Ing., Carlos Suntaxi	Gerente empresa COMAINEC- diseño construcción y montaje de máquinas	comainec@hot mail.com
		Dominio: Máquinas herramientas, proyectos, cálculo y diseño de máquinas		
<b>3</b>		Ing., Jaime Vargas	Profesor jubilado EPN-Materia: Tecnología de virutaje y máquinas herramientas.	CONTACTO 0987338621
		Dominio: Diseño de máquinas, Elementos de máquinas, Tecnología de virutaje, Dibujo Mecánico		

Elaborado por: El investigador

Con este método se pretende enlistar las principales actividades que se debe seguir para la elaboración de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo de las máquinas herramientas. Las preguntas que se van a discutir con cada uno de los ingenieros son las siguientes:

- ¿Cuáles son las principales actividades que se deben desarrollar para elaborar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo de máquinas herramientas?
- ¿Cuáles son los periodos recomendables de mantenimiento que se debe llevar a cabo en máquinas herramientas?
- ¿Qué información debe incluirse en los formatos de registro de mantenimiento?

Respuestas de los expertos:

#### **Experto 1:**

1.- El experto 1 establece una secuencia que se debe de seguir para elaborar un sistema de mantenimiento, que se presenta en la enseguida:

- Elaborar un diagrama organizacional de la empresa para establecer las responsabilidades de cada departamento.
- Elaborar el flujo actual de fabricación de cabezales.
- Establecer los parámetros que se deben controlar en los mantenimientos.
- Enlistar los fallos más comunes en las máquinas herramientas.
- Realizar una lista con los repuestos más utilizados.
- Elaborar un diagrama nuevo de fabricación de cabezales en el cual se añada el proceso de mantenimiento propuesto.
- Desarrollar un instructivo de mantenimiento general para máquinas herramientas y uno específico para las máquinas seleccionadas, con sus respectivos formatos para registro
- Realizar un instructivo para la capacitación de las personas involucradas en el área de fabricación y mantenimiento

2.- Los mantenimientos deben ser diarios para engrase de las piezas que tienen contacto en la operación diaria, y semestrales y anuales para los elementos que necesitan cambiar de aceite o ajuste de piezas.

3.- Fecha en la que fue realizado el mantenimiento, qué máquina se realizó el mantenimiento, número de orden de mantenimiento, nombre de la persona que realizó el mantenimiento, tipo de mantenimiento (Predictivo, Preventivo o Correctivo), descripción del mantenimiento realizado, repuestos utilizados, descripción de trabajos pendientes y datos de todas las personas responsables.

### **Experto 2:**

1.- El experto 2 recomienda las siguientes actividades para desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento:

- Enlistar las máquinas herramientas que tiene la empresa.
- Reconocer a las personas que intervienen en el mantenimiento preventivo de las máquinas.
- Cuáles son las averías más comunes y los repuestos y aceite necesarios para el mantenimiento.
- Realizar un diagrama de mantenimiento en el que se especifica las etapas y la sucesión de cada una.
- Desarrollar un formato en el cual se identifica la máquina en mantenimiento, la persona que realiza el mantenimiento realizado, los insumos utilizados.
- Elaborar un proceso de mantenimiento a seguir para cada una de las máquinas

2.- Los mantenimientos periódicos son diarios, cada 1000 horas, semestrales y anuales.

3.- Se incluye en los formatos para el registro la fecha de realización del mantenimiento, el nombre de la máquina con el código si lo tiene, el número de horas trabajadas de la máquina, el nombre de la persona encargada, un detalle del

mantenimiento que se hizo, el aceite utilizado, la firma de los responsables y la fecha del próximo mantenimiento.

**Experto 3:**

1.- Un sistema de gestión de mantenimiento preventivo debe de constar entre algunas de las actividades siguientes:

- Crear si no se tiene un diagrama de la estructura organizacional de la empresa para aclarar las actividades de cada responsable.
- Describir e identificar cada una de las máquinas herramientas existentes en la empresa.
- Reconocer los principales sistemas de la máquina y establecer las necesidades de mantenimiento por contacto metal con metal, ajuste de piezas sujetas a vibración, etc.
- Elaborar un instructivo de mantenimiento para cada una de las máquinas en los periodos que se indica en el manual del constructor.
- Realizar un formato que contenga toda la información pertinente al mantenimiento preventivo que servirá para registrar y tener un control histórico de mantenimientos de la máquina.

2.- Los mantenimientos periódicos son diarios, trimestralmente, cada 1000 horas, semestrales y anuales.

3.- Entre la información necesaria que se debe incluir en el formato de control de mantenimiento está el nombre de la máquina, la fecha de mantenimiento y fecha de próximo mantenimiento, nombre del responsable del mantenimiento y de la persona o personas que realizan el mantenimiento, los insumos necesarios, una descripción breve del estado actual de la máquina y una descripción del mantenimiento que se realizó.

Para la segunda ronda del estudio Delphi consiste en una evaluación global cualitativa de los expertos. Se reúne toda la información que se recopiló en la primera ronda, para discutir con los expertos y con ayuda de ellos elaborar las

actividades necesarias para armar un sistema de gestión de mantenimiento de máquinas herramientas necesarias. Las que se presentan en la siguiente tabla.

En este caso no se hace una valoración de cada una de las respuestas ya que al trabajar con expertos en el tema y al tener similitud sus respuestas se considera importantes cada una de las actividades que se debe tomar en cuenta.

Tabla N° 17: Actividades necesarias en un sistema de gestión de mantenimiento.

<b>Actividades necesarias para planificar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo</b>
Diagrama de la estructura organizacional de la empresa
Flujograma del proceso de fabricación de elementos considerados
Elaborar el flujo de actual de fabricación de cabezales
Parámetros de control en los mantenimientos de las máquinas herramientas
Análisis de modos de fallos y efectos
Actividades de la máquina herramienta
Inventario de repuestos
Instructivo de mantenimiento de máquinas herramientas
Instructivo de mantenimiento independiente para cada máquina
Plan de mantenimiento
Instructivo de capacitación del personal
Plan de capacitación

Elaborado por: El investigador

La pregunta dos tiene similitud en las tres respuestas de los expertos en la que se establece los periodos de mantenimiento utilizados para máquinas herramientas.

Tabla N° 18: Periodos de mantenimiento

<b>Periodos de mantenimiento</b>
Diarios
Trimestrales
Semestrales
Anuales

Elaborado por: El investigador

Recopilando la información necesaria que debe de ir en los registros de mantenimiento de agrupan en la tabla siguiente.

Tabla N° 19: Información necesaria en un reporte de mantenimiento

<b>Información de un reporte y registro de mantenimiento</b>
Nombre y denominación de la máquina
Fecha de mantenimiento
Número de reporte
Estado actual de la máquina
Nombre de la persona que realiza el mantenimiento
Nombre y firma del responsable del mantenimiento
Horas de trabajo de la máquina
Fecha del próximo mantenimiento
Detalle del mantenimiento realizado
Elementos remplazados

Elaborado por: El investigador

**Organigrama de ESP Completion Technologies S.A.**

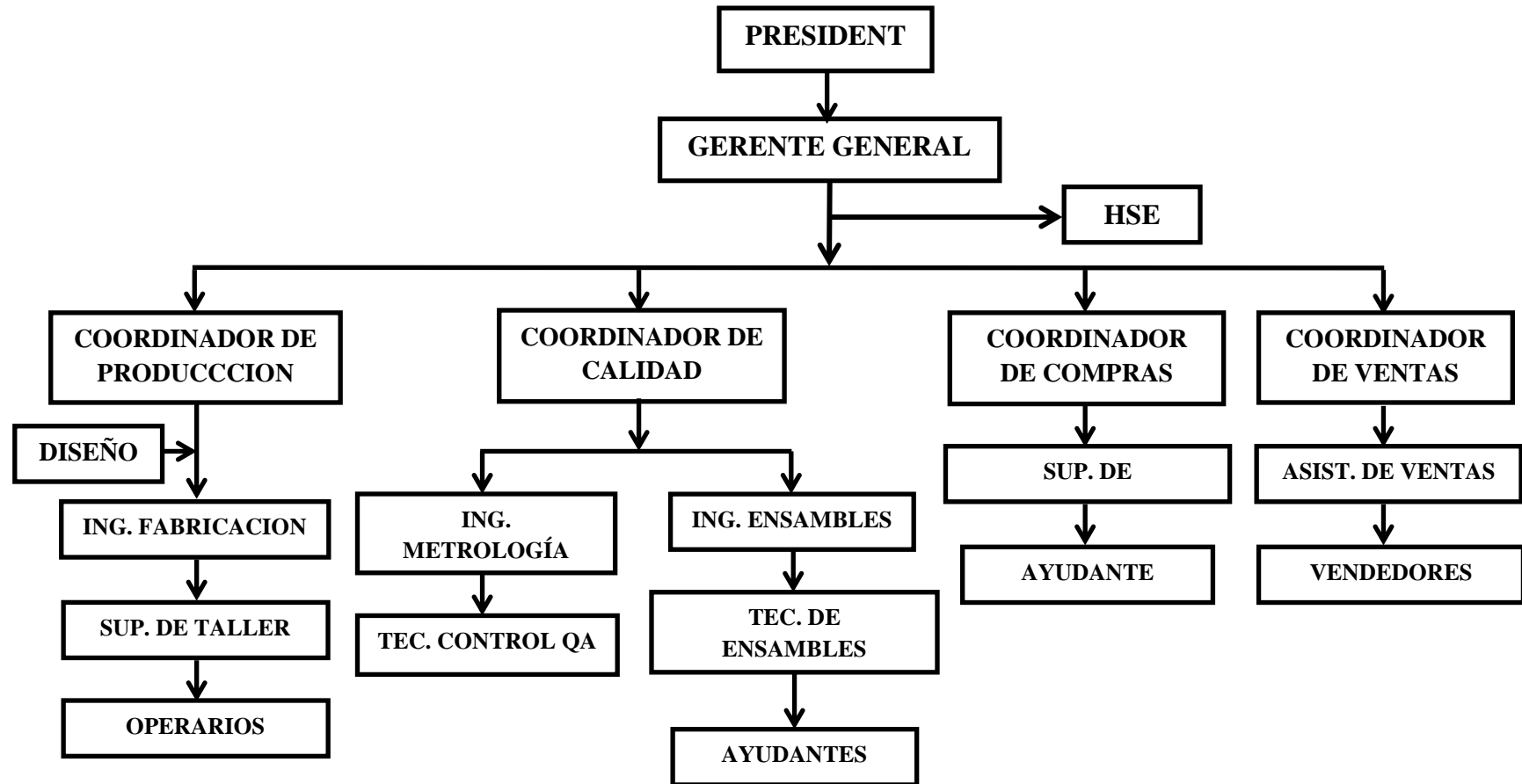


Figura N° 14: Organigrama de procesos de la Empresa ESP Completion Technologies S.A.  
Elaborado por: El investigador

Diagrama de flujo actual del área de fabricación

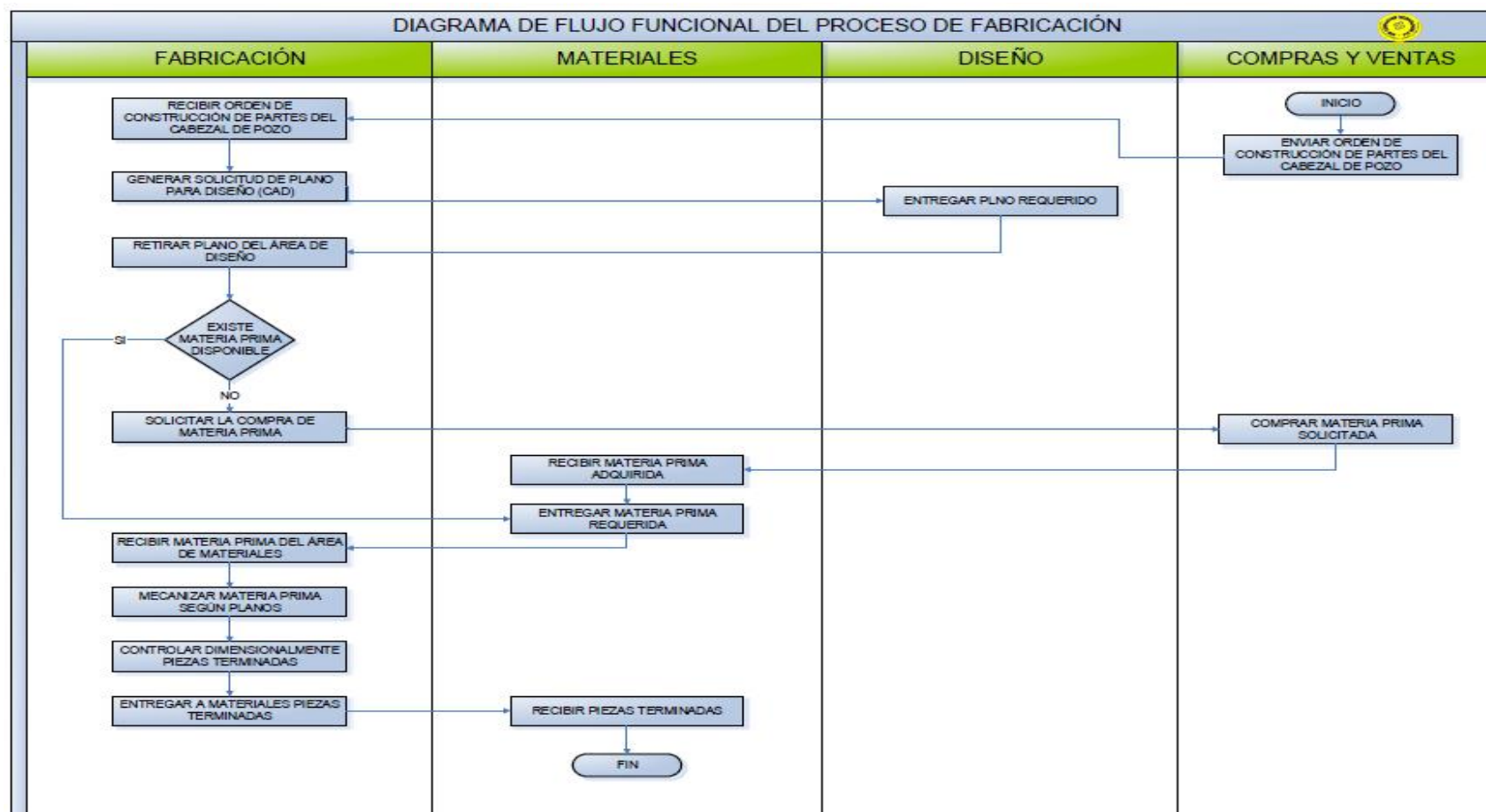


Figura N° 15: Diagrama de flujo actual del área de fabricación  
Elaborado por: El investigador



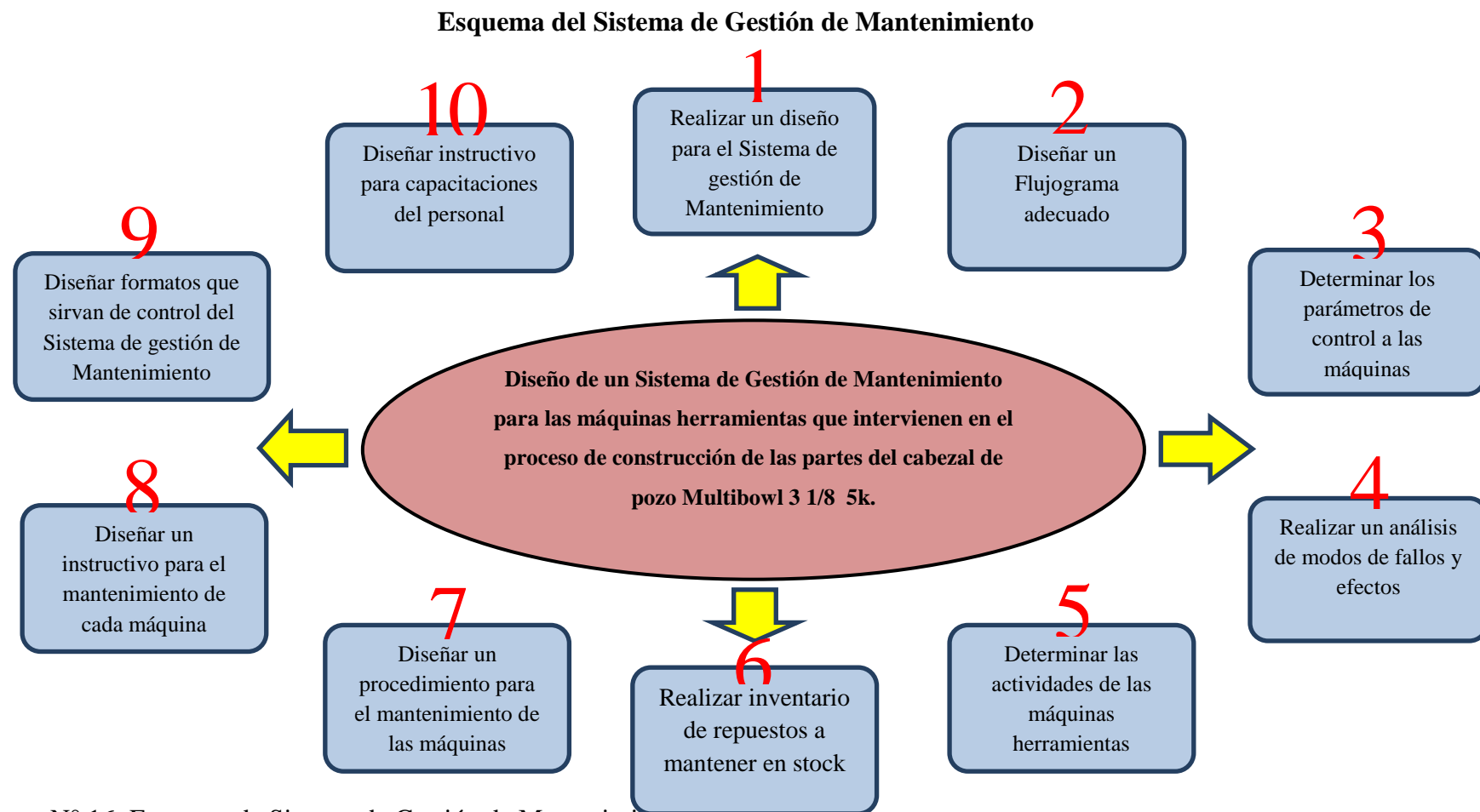


Figura N° 16: Esquema de Sistema de Gestión de Mantenimiento  
Elaborado por: El investigador

## Desarrollo de la propuesta

### Programación

Para diseñar un adecuado Sistema de Gestión de Mantenimiento con respecto a las máquinas herramientas del área de fabricación en la empresa ESP Completion Technologies S.A, que permita realizar verificaciones periódicas necesarias para reducir el tiempo improductivo, disminuir costos de producción y acortar los tiempos de entrega, es necesario definir un procedimiento de mantenimiento para las máquinas del área de fabricación donde exista un responsable del control de cumplimiento. Además es conveniente realizar un procedimiento de mantenimiento para cada tipo de máquina existente, donde se nombren los responsables y los puntos a verificar según la cantidad de horas de operación que tenga la máquina, también cabe añadir que cada proceso que se realice debe contar con un formato aprobado por la dirección de empresa.

Para realizar un correcto plan de mantenimiento es importante tener conocimiento de los siguientes puntos mencionados a continuación:

- Nivel de utilización de las máquinas herramientas.
- Condición y estado actual de las máquinas herramientas.
- Procedencia o fabricante de las máquinas herramientas.

El nivel de utilización de las máquinas herramientas se lo puede establecer revisando datos históricos, con relación a la cantidad de horas trabajadas de la máquina respecto a cada año calendario. Donde se puede utilizar la siguiente formula:

$$\text{Nivel de utilización (NU)} = \frac{\text{Total de horas trabajadas}}{\text{Total horas anuales} - \text{horas de paro por MTTO}}$$

Con respecto al nivel de utilización de las Máquinas Herramientas del área de fabricación, cabe mencionar que actualmente se programa de acuerdo a la cantidad de piezas a fabricar y el tiempo en el que se debe entregar, con estos datos el Ing. de fabricación realiza la programación de turnos de trabajo, lo cual afecta directamente al nivel de utilización de las Máquinas Herramientas, pudiendo variar entre 8, 16, o 24 horas diarias de uso, por lo cual el investigador propondrá realizar los mantenimientos preventivos basándose principalmente en el número de horas de utilización.

La condición actual de las máquinas herramientas se lo puede conocer al revisar las fechas de adquisición y el tipo de mantenimiento que se lo ha estado llevando a cabo donde se detallará las piezas que se han realizado cambios.

Luego de revisar las fechas de adquisición de las Máquinas Herramientas se puede determinar que tienen gran cantidad de tiempo de uso ya que las fechas de fabricación se encuentran entre los 40 y 50 años de antigüedad, y en la empresa ESP Completion Technologies S.A, llevan trabajando 10 años aproximadamente sin un control adecuado del mantenimiento preventivo, por tal razón el investigador planteará un instructivo de mantenimiento para cada Máquina Herramienta de acuerdo a las necesidades de la misma.

Es importante conocer la procedencia de las máquinas herramientas ya que en caso de necesitar repuestos complejos, y no poder conseguir en el mercado actual se estaría en capacidad de contactarse con el fabricante y realizar los pedidos según el modelo de la máquina.

Al momento de realizar una planificación del mantenimiento es muy conveniente tomar en cuenta todas las recomendaciones realizadas por el fabricante de la máquina herramienta, ya que dependiendo de esta se puede planificar un mantenimiento por horas de trabajo y además por periodos de tiempo siempre tomando en cuenta el grado de importancia de cada elemento de la máquina.

### Parámetros de control en los Mantenimientos de las máquinas herramientas.

Tabla N° 20: Parámetros de revisión durante el Mantenimiento de las Máquinas herramientas

PARÁMETROS DE REVISIÓN DURANTE EL MANTENIMIENTO EN LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS																									
PARÁMETROS DE CONTROL EN LOS MANTENIMIENTOS	Registro diario								Registro trimestral				Registro semestral				Registro anual								
	Inspección visual de la máquina								Limpieza de reservorio y cambio de refrigerante					Revisión de cables y elementos eléctricos					Revisión del freno eléctrico						
	Estado de cañerías de refrigerante								Limpieza del mandrel					Revisión y ajuste de correas					Ajuste de guías del carro transversal						
	Botón, palanca, pedal de emergencia								Ajuste de regletas y guías					Revisar el nivel de la máquina					Ajuste de holgura de tuerca charriot						
	Niveles de aceite								Cambio de aceite del cabezal					Reemplazar fusibles averiados					Ajuste de holgura de tuerca transversal						
	Luz de advertencia								Cambio de aceite de la caja										Ajuste de guías de carro charriot						
	Lubricación de guías y columna																								
	Nivel de refrigerante																								
	Iluminación																								
TORNO	x		x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x			
FRESADORA	x			x	x		x	x						x			x							x	
TALADRO	x	x		x	x	x	x	x						x			x							x	
MANDRINADORA	x			x		x	x	x						x										x	

Elaborado por: El investigador

Con el objetivo de verificar el estado actual de las máquinas herramientas se crea la tabla N° 9, expuesta anteriormente en la cual constan todos los principales ítems que se deben tomar en cuenta al momento de ejecutar el Mantenimiento diario, trimestral, semestral y anual, además ayudará a tener una idea más clara de los repuestos que se deben mantener en stock para realizar los mantenimientos en las fechas programadas.

### **Análisis de modos de fallos y efectos**

Tomando en cuenta que las diferentes máquinas herramientas existentes en el área de fabricación presentan diferentes averías en el transcurso de las operaciones, el investigador plantea realizar un estudio de fallos y efectos con el objetivo de determinar mediante las experiencias e históricos de mantenimientos de fabricación; los tipos de fallos potenciales, posibles causas de los daños, consecuencias y posibles medios que sirvan para reducir las consecuencias.

Este estudio será de gran ayuda para el área de fabricación ya que permitirá identificar los posibles fallos, tener un estimado de la frecuencia en que se producen, adoptar políticas de mantenimiento adecuadas y también proporcionara información infalible para la adquisición efectiva de repuestos a mantener en stock. A continuación se muestra la hoja que servirá para analizar los modos de fallos y efectos: donde a manera de ejemplo se realizará la identificación de modos y fallos del torno, puesto que es la máquina herramienta que presenta mayor cantidad de fallos durante la construcción.

Tabla N° 21: Formato de análisis de modo de fallos y efectos

ANÁLISIS DE MODO DE FALLOS Y EFECTOS													
Área:		Fabricación		Realizado por:		B. Miranda		Fecha:		04/08/2016			
Máquina:		Torno		Aprobado por:		XXX		Hoja N°:		1			
Función		Fallo funcional		Modo fallo		Causa raíz		Efecto		Valoración			
										F	G	D	NPR
8	Refrentado	5	Rodamiento	8	Rotura	7	Falta de lubricación	8	Mal acabado	F	C	PDE	7,2
7	Perfilado	5	Guías	4	Aflojamiento	5	Falta de ajuste	3	Fuera de tolerancia	O	I	PDM	5
9	Desbaste	8	Bocín	6	Rotura	9	Falta de lubricación	6	Fuera de tolerancia	F	C	PDE	7,6
6	Perforado	3	Banda	3	Aflojamiento	4	Falta de cambio	6	Con defectos	O	M	PDE	4,4
7	Cilindrado	6	Rodamiento	4	Atascamiento	7	Suciedad	5	Mal acabado	O	I	PDM	5,8

Elaborado por: El investigador

## **Funciones**

En este casillero se describe principalmente las expectativas de desempeño que se requieren de la máquina herramienta que se va analizar tomando en cuenta ciertas expectativas relacionadas con la calidad del producto, acabados finales y hasta el aspecto físico de la máquina.

## **Fallo Funcional**

En este ítem se debe colocar el nombre de la pieza que no funciona adecuadamente para obtener un parámetro de desempeño deseado y de esta manera imposibilitará realizar el producto con los estándares de calidad.

## **Modo de Fallo**

En este ítem se debe completar con datos y especificaciones donde se describe con mayor exactitud el tipo de fallo y en que elemento específicamente se presenta el problema, se debe expresar en términos técnicos como: rotura, aflojamiento, atascamiento, fuga, agarrotamiento, cortocircuito, etc.

## **Causa Raíz**

En este ítem se debe analizar y determinar específicamente las causas iniciales por las que sucedió el fallo, considerando que un mismo tipo de fallo puede llevar a varias causas: lubricante en mal estado, falta de lubricante, etc.

## **Efecto**

En este ítem se debe colocar información que indique claramente que efecto causa el fallo sobre la máquina herramienta, la producción, el producto o el entorno inmediato.

## Valoración

En la valoración se debe colocar una estimación numérica de los respectivos parámetros que se mencionan a continuación:

**F:** Frecuencia. Estimación subjetiva de la ocurrencia del modo de fallo.

**G:** Gravedad. Estimación subjetiva de las consecuencias.

**D:** Detección. Estimación subjetiva de la probabilidad de ser detectado el fallo potencial.

**NPR:** Número de Prioridad de Riesgos. Producto de F, G y D.

Una posible escala de valoración sería:

### **F: Frecuencia (1-10)**

Imposible	(1-2)
Remoto	(3-4)
Ocasional	(5-6)
Frecuente	(7-8)
Muy Frecuente	(9-10)

### **G: Gravedad (1-10)**

Insignificante	(1-2)
Moderado	(3-4)
Importante	(5-6)
Crítico	(7-8)
Catastrófico	(9-10)

### **D: Detección (1-10)**

Probabilidad de detección muy elevada	(1-2)
Probabilidad de detección elevada	(3-4)
Probabilidad de detección moderada	(5-6)
Probabilidad de detección escasa	(7-8)
Probabilidad de detección muy escasa	(9-10)



El número de prioridad de riesgos (NPR) permite priorizar las acciones a tomar donde debe hacerse especial hincapié en la detección de fallos ocultos. Se presentan normalmente en dispositivos de protección.

Como se puede observar en la figura N° 12 donde se expuso los promedios de tiempos en los procesos de construcción, mismos que arrojaron un resultado mayor al 50% para el proceso de torneado, el investigador utiliza el método de análisis de modos de fallos y efectos que se presentó en la tabla N° 16 para determinar los riesgos de fallos de esta máquina, y dejar proponiendo la manera correcta para que el personal del área de fabricación pueda implementar con todas las máquinas existentes.

Al interpretar los datos arrojados en el análisis de modos de fallos y efectos que se realizó para el torno, se puede determinar que todos los procesos que realiza esta máquina tienen un margen elevado de riesgos, pero se destacan el proceso de refrentado y desbaste al analizar los NPR refleja que tienen un riesgo frecuente, el mismo que se presenta crítico y su detección es escasa. Siendo los procesos principales donde debe enfocarse los mantenimientos preventivos.

### **Actividades de las máquinas herramientas**

Para entender de mejor manera las actividades que se realizan en las máquinas herramientas se ha dividido en tres etapas diferentes que permitirán diferenciar entre actividades diarias, programadas y actividades que se realizan cuando una máquina tiene un paro por cualquier motivo, de esta manera se tendrá una idea clara de los mantenimientos que deben realizarse y los repuestos que deben mantenerse en stock. A continuación se presenta una tabla en la cual se detalla todas las actividades que se realizan en las máquinas herramientas.


Tabla N° 22: Actividades de las Máquinas herramientas

ACTIVIDADES DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS																						
ACTIVIDADES	Diaria												Programadas						Paro			
	Desbaste y cilindrado	Refrentado	Perfilado de rosca	Perforado	Planeado de caras	Fresado de cavidades	Fresado de canales	Cilindrado interno	Avellanado	Trazado de matriz	Machuelado	Mandrinado	Desbaste	Ranuras frontales	Ranuras externas	Planeado de caras	Perforado	Trazado de centros para perforaciones	Acabados de piezas	Revisión diaria	Trabajos no programados	Adelantar mantenimiento
TORNO	x	x	x	x				x					x	x	x		x		x	x	x	x
FRESADORA				x	x	x	x	x					x		x	x	x		x	x	x	x
TALADRO				x					x	x							x	x	x	x	x	x
MANDRINADORA			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x

Elaborado por: El investigador

## Diagrama de Pareto

Tabla N° 23: Tipos de defectos del Torno

	CAUSAS DE PARADA				
	Equipo:	Torno	Fecha:	07/11/2016	
	Sección:	Torneado	Realizado por:	B. Miranda	
Tipo de defecto		Problemas en piezas	Frec.	Frec.%	Acum.%
A	Desgaste de bocines	Incumplimiento en acabados según plano	6	33,33	33,33
B	Desgaste de rodamientos	Acabado defectuoso en las piezas	5	27,78	61,11
C	Desgaste de guías	Piezas con acabados fuera de tolerancia	3	16,67	77,78
D	Desvió del mandrel	Defectos en roscas	2	11,11	88,89
E	Desvió del contrapunto	Piezas con acabados cónicos	2	11,11	100
Total			18	100	

Elaborado por: El investigador

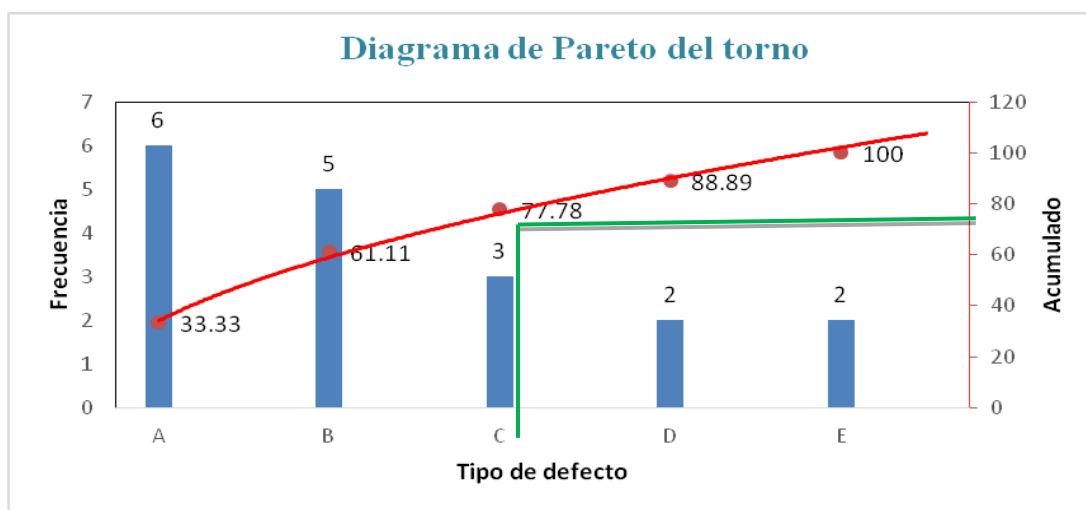



Figura N° 17: Diagrama de Pareto del Torno

Elaborado por: El investigador

Según el diagrama de Pareto, se observa que los tipos de fallos más frecuentes son los tres primeros que representan el 77,78% aproximadamente. Por el principio de Pareto se determina que: la mayor parte de fallos se encuentran en la fracción que corresponde al 80%, de tal manera que si se eliminan los orígenes que los provocan desaparecería la mayor cantidad de los fallos en el torno.

Con la gráfica de Pareto se concluye que los fallos del Torno pueden ser reducidos o eliminados dentro del Mantenimiento preventivo programado, que se desarrollara posteriormente, de esta manera el análisis concluye describiendo los tres fallos que deben ser priorizados en el Mantenimiento: A, B y C.

Tabla N° 24: Tipos de defectos de la Mandrinadora

CAUSAS DE PARADA					
	<b>Equipo:</b>	<b>Mandrinadora</b>	<b>Fecha:</b>	<b>07/11/2016</b>	
	<b>Sección:</b>	<b>Machuelado</b>	<b>Realizado por:</b>	<b>B. Miranda</b>	
Tipo de defecto		Problemas en piezas	Frec.	Frec. %	Acum.
<b>A</b>	Daños del sistema eléctrico (fusibles)	Rayas profundas en piezas	7	43,75	43,75
<b>B</b>	Desgaste de pines y topes	Mal acabado superficial	3	18,75	62,5
<b>C</b>	Visualizador digital en mal estado	Piezas fuera de tolerancia	3	18,75	81,25
<b>D</b>	Daño de avances automáticos	Mal acabado superficial y demora en la producción	2	12,5	93,75
<b>E</b>	Desgaste de la tuerca del tornillo de avance	Piezas fuera de tolerancia	1	6,25	100
<b>Total</b>			<b>16</b>	<b>100</b>	

Elaborado por: El investigador

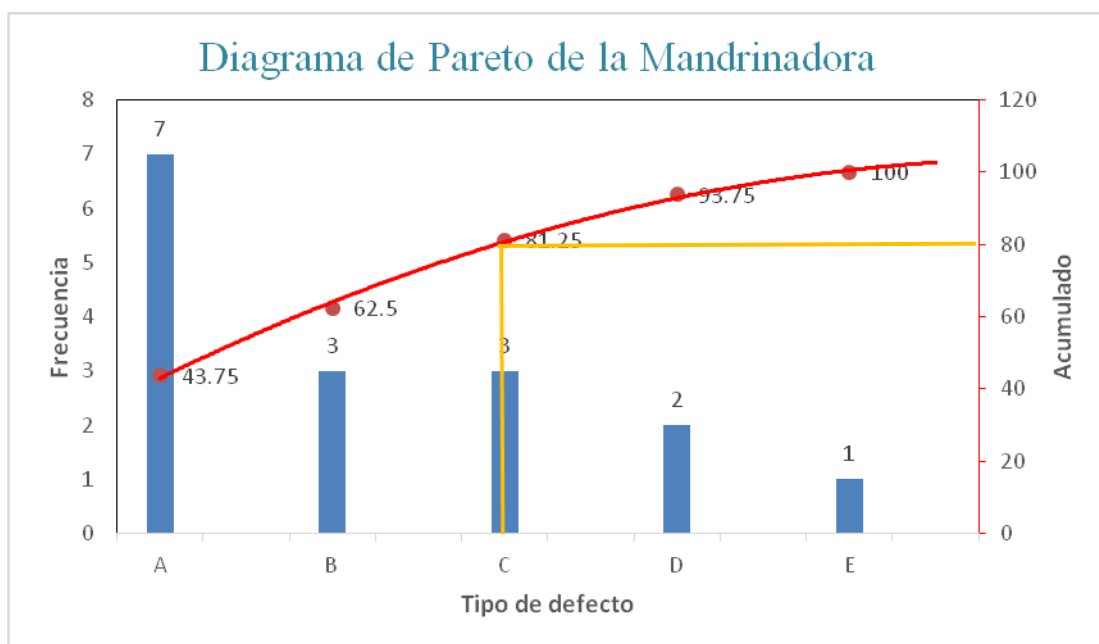


Figura N° 18: Diagrama de Pareto de la Mandrinadora  
Elaborado por: El investigador

Como se alcanza a observar en el diagrama de Pareto de la Mandrinadora expuesto en la figura anterior, los tres primeros fallos cubren el 81,25% del porcentaje acumulado y la eliminación de esos fallos optimizaría notablemente el funcionamiento de la máquina. De esta manera se evitaría tener largas paradas y altos costos por mantenimiento.

### Análisis de fiabilidad de equipos

Al referirnos al análisis de fiabilidad de las máquinas herramientas del área de fabricación, nos enfocaremos en revisar información estadística y métodos matemáticos que mediante las ocurrencias de fallos, ayudaran a resolver problemas de estimación y optimización de la probabilidad de duración y un porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de una máquina herramienta.

**Fallo.-** Es toda interrupción o alteración que colabora en el incumplimiento de la función solicitada.

**Fiabilidad.-** Es la probabilidad que un elemento de una máquina herramienta funcione sin fallos durante un tiempo determinado en condiciones ambientales proporcionadas.

**Disponibilidad.-** Es la posibilidad existente en que esta la máquina herramienta de funcionar, en otras palabras no está averiada ni en revisión en un tiempo determinado.

Para calcular el factor de fiabilidad de las diferentes máquinas existe una fórmula que ayuda a tener datos estimados:

$$FF = \frac{HT - HMC}{HT}$$

Dónde:

HT= Horas totales del periodo

HMC= Horas de Mantenimiento Correctivo (Averías)

HMP= Horas de Mantenimiento Preventivo (Programado)

### **Análisis de disponibilidad de equipos**

Cuando nos referimos a la disponibilidad de las máquinas herramientas, se basa en la probabilidad de desarrollar la función requerida sin haber presentado fallos en el tiempo, y en caso de haberlos tenido que sea reparada en un tiempo menor al máximo permitido, es por este motivo que la disponibilidad va en función de la fiabilidad y mantenibilidad o sea la disponibilidad aumenta al extender la fiabilidad. Para poder calcular el factor de disponibilidad se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$FD = \frac{HT - HMC - HMP}{HT}$$

Donde se expresa de manera clara que la disponibilidad siempre es menor que la fiabilidad, ya que al contabilizar el tiempo de buen funcionamiento, en la disponibilidad se incluye el tiempo de mantenimiento preventivo programado.

### **Análisis de averías**

Al momento de referirse al mantenimiento de las máquinas herramientas, también se debe hacer énfasis en realizar un análisis técnico de las averías producidas, ya que no solo debemos limitarnos a devolver los equipos a su estado de buen funcionamiento, ya que es una cultura limitada con la que con el pasar del tiempo debemos acabar. De ahí viene la fase de Gestión de mantenimiento que trata de no conformarse con mantener las máquinas herramientas solo en buen funcionamiento, sino que en todo momento se debe buscar la mejora continua donde se debe mejorar la fiabilidad e incrementar la disponibilidad de las máquinas herramientas y disminuir los costos de Mantenimiento.

### **Establecer el tipo de mantenimiento y por qué**

Al momento de decidir que mantenimiento implementar en una empresa que trabaja con máquinas herramientas se debe realizar un enfoque, sobre qué resultados se esperan obtener ya que existen diferentes niveles de mantenimiento y cada uno de ellos interviene en etapas diferentes:

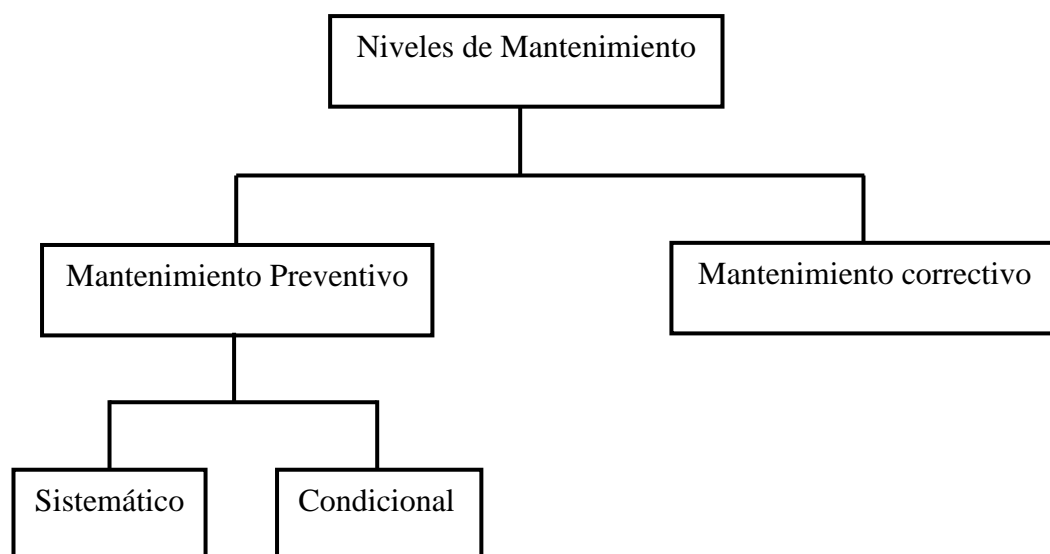


Figura N° 19: Niveles de Mantenimiento  
Elaborador por: El investigador

Además para poder decidirse por un nivel de Mantenimiento adecuado se debe conocer varios aspectos que implican emplear uno u otro Mantenimiento, es por esta razón que el investigador propone implementar el Mantenimiento Preventivo ya que la organización cuenta con los recursos humanos necesarios y posee el conocimiento de los tipos de trabajos que debe subcontratar, también esta dispuesto a implementar un stock de repuestos que sirvan para cumplir con los Mantenimientos programados.

Es importante destacar que el Mantenimiento Preventivo cuenta con varias ventajas que serán de gran aporte para el área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, ya que al implementarlo de una manera adecuada contribuirá con la reducción de paradas imprevistas en las máquinas herramientas.

Dentro del Mantenimiento Preventivo existe la posibilidad de trabajar implementando el mantenimiento programado que se basa en la revisión de máquinas herramientas en tiempos determinados, así estén trabajando en condiciones diferentes.



Este tipo de Mantenimiento se lo puede llevar a cabo mediante un estudio cuidadoso de las máquinas herramientas de la fábrica, con ayuda de toda la información de los fabricantes y datos estadísticos las partes que se deben cambiar y la periodicidad, así se debe elaborar un instructivo que colabore en la disminución de fallos durante los procesos de construcción.

Para que este tipo de Mantenimiento genere resultados positivos, la empresa debe mantener un stock mínimo de repuestos que permitan realizar los mantenimientos programados en las fechas establecidas, realizar los cambios y las inspecciones que detalle el instructivo de cada máquina, además es importante que se implementen formatos que permita llevar controles de los mantenimientos y registros históricos.

También es de suma importancia que la empresa priorice la capacitación de todo el personal del área de fabricación, con el objetivo que conozcan sobre el mantenimiento que se implementará y en poco tiempo se involucren, y sean todos ellos los responsables de notificar cualquier anomalía que presente la máquina herramienta en la ellos laboran diariamente.

### **Inventario de repuestos a mantener en stock**

Al momento de establecer la cantidad de repuestos que se mantendrán en stock se debe contar con una guía que permita adquirir la cantidad justa de repuestos para evitar incurrir en gastos considerables y tener almacenes excesivamente dotados de repuestos los mismos que no se usaran frecuentemente, y consecuentemente aumentarían los gastos financieros y los espacios donde serán almacenados.

En el caso contrario de contar con un almacén con repuestos de stock insuficientes generará largos periodos de paro de las máquinas herramientas, ya que al no contar con el repuesto requerido en el momento justo, se generaría la

necesidad de pedir al proveedor inmediatamente, y la empresa empezaría a depender del tiempo en que el proveedor entregue el repuesto requerido. Es por este motivo que se debe contar con los repuestos necesarios en el stock de la empresa para realizar los mantenimientos en los tiempos programados.

Otros de los aspectos que se deben tomar en cuenta en el momento de tomar la decisión sobre la cantidad de repuestos a mantener en stock es:

- Qué tipo de pieza, si es posible repararla.
- Las dificultades de abastecimiento, plazo de entrega.

También es importante fijar el número de cada pieza que se debe mantener en stock, conociendo la regularidad con la que se emplea en los mantenimientos, la criticidad para adquirirla, la intercambiabilidad y las piezas que se puedan utilizar en diferentes máquinas herramientas.

Para realizar el stock de repuestos que se mantendrá en el almacén del área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, el investigador tomó en cuenta todos los aspectos mencionados anteriormente y siguió las recomendaciones del fabricante que además constan en el instructivo del mantenimiento de cada máquina herramienta, con todos estos criterios analizados, se realiza un inventario de repuestos que se indican a continuación:

## Inventario de repuestos

Tabla N° 25: Inventario de Repuestos

INVENTARIO DE REPUESTOS																				
REPUESTOS PARA STOCK	Banda dentada OMEGA 600 8m 12 hilos	Aceite MONOLEC 6520	Regletas de charriot	Barrederas de guías de bancada	Aceite MONOLEC 300	Banda V Belt 6034	Banda motor Pix Power- 765 LE of 51	Aceite MONOLEC 6406	Aceite Multilee 6802	Aceite Soluble	Banda Timing Belt 6035	Fusible 50 Amperios	Fusible de 10 Amperios	Rodamiento Bering 6092	Rodamiento Bering 6093	Rodamiento RNA 69/28	Rodamiento RNA 69/04	Rodamiento NK 30/30	Rodamiento HK 2520	Rodamiento NK 20/20
<b>CANTIDAD STOCK</b>	2	2	1	1	2	1	1	1	2	3	1	10	10	2	2	2	2	2	2	2
<b>TORNO</b>	x	x	x	x			x	x		x	x	x	x	x	x					
<b>FRESADORA</b>					x	x			x	x		x	x					x		
<b>TALADRO</b>									x	x		x	x			x			x	
<b>MANDRINADORA</b>									x	x		x	x				x			x

Elaborado por: El investigador

Para diseñar un plan de mantenimiento adecuado de las máquinas herramientas se debe dividir en distintas etapas:

- Establecer la falta de documentación en el área de fabricación.
- Diseño de un sistema documental.
- Realización de los documentos necesarios.
- Aprobación del sistema documental.
- Implementación del sistema documental.

Todos estos aspectos mencionados se tomarán en cuenta al momento de realizar los instructivos de mantenimiento y se plantearan diferentes formatos que ayudarán a llevar un sistema documental adecuado para los mantenimientos preventivos de las diferentes Máquinas Herramientas.

Para realizar un plan de capacitaciones encaminado a mejorar los conocimientos y habilidades de los operadores del área de fabricación es necesario conocer varios aspectos importantes que pueden ser gran aporte al momento del desarrollo, a continuación se mencionan algunos puntos a considerar:

- Evaluar los conocimientos actuales de los operadores.
- Escoger el método que va a ser utilizado.
- Conocer la disponibilidad de tiempo para realizar las capacitaciones.
- Crear formatos para registrar las evaluaciones.
- Evaluar los resultados del plan de capacitación.

Con todas las condiciones que se mencionó, se procederá a diseñar un plan de capacitación efectivo que se adecúe a las necesidades de conocimientos de los operadores del área de fabricación y sea un aporte importante para agilizar los procesos de construcción y contribuya directamente a disminuir los tiempos de entrega en sus productos causando un efecto positivo en el área de fabricación.

Diagrama de flujo propuesto para el área de fabricación

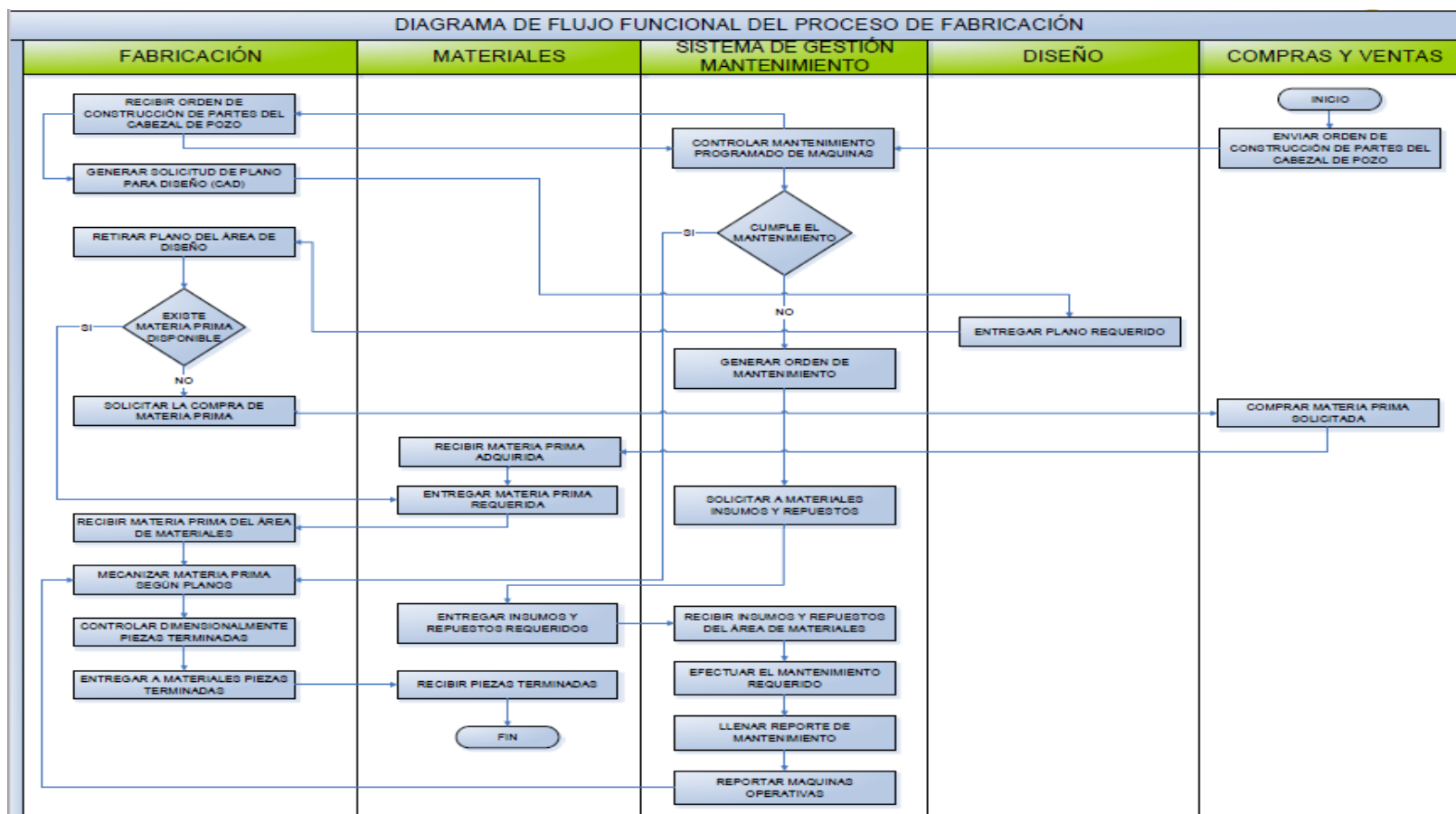


Figura N° 20: Diagrama de flujo propuesto para el área de fabricación  
Elaborado por: El investigador

## Cronograma de actividades

Teniendo claro todas las etapas por las cuales se debe atravesar para diseñar una correcta gestión de mantenimiento para las máquinas herramientas que intervienen en el proceso de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, enfocada en el área de fabricación, en la empresa ESP Completion Technologies S.A, se procedió a realizar un cronograma de actividades donde se mencionan las fechas utilizadas.

Tabla N° 26: Cronograma de actividades del mes de agosto

2016 AGOSTO						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
Fechas utilizadas	ACTIVIDADES					
1,2,3,4,5,8	1.- Investigar el estado actual de las máquinas herramientas.					
9,10,11	2.- Analizar la documentación actual del área de fabricación.					
12,13,15,16,17,18,19,20,22,23	3.- Diseñar un sistema documental.					
24,25	4.- Evaluar los conocimientos de los operadores.					
26	5.- Especificar el personal que debe capacitarse					
29,30	6.- Definir bajo que método serán capacitados.					

Elaborado por: El investigador

Durante el mes de agosto se recabo información en el área de fabricación, sobre el estado de funcionamiento de las máquinas herramientas, se revisó documentos existentes, se evaluó los conocimientos de los operadores sobre la construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, y se inició a diseñar un sistema documental.

Tabla N° 27: Cronograma de actividades del mes de septiembre

2016 SEPTIEMBRE						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Fechas utilizadas	ACTIVIDADES
2,3,5,6,7,8,9,10	1.- Realización de instructivo para mantenimiento de máquinas.
12.13.14.15	2.- Hacer revisar el sistema documental por los directivos de la empresa.
16,17,19,20,21,22,23	3.- Realizar un instructivo para las capacitaciones del área de fabricación.
26,27	4.- Realizar formatos para evaluar las capacitaciones.
28,29,30	5.- Hacer revisar formatos por los directivos de la empresa.

Elaborado por: El investigador

En el transcurso del mes de septiembre se procedió a realizar un instructivo de mantenimiento aplicable para las máquinas herramientas del área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, y se entregó a los directivos de la empresa para una primera revisión, también se realizó un instructivo para las capacitaciones de los operadores del área de fabricación, donde conjuntamente con el Ingeniero de fabricación se estableció fechas tentativas para las capacitaciones del personal, además se realizó formatos que servirán para evaluar las capacitaciones, tanto a los conocimientos adquiridos por los operados y la eficacia de capacitación recibida, una vez terminados todos los documentos expuestos anteriormente se entregó a los directivos de la empresa para que revisen y puedan sugerir cambios que a bien crean conveniente.

Tabla N° 28: Cronograma de actividades del mes de octubre

2016 OCTUBRE						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Fechas utilizadas	ACTIVIDADES
3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,14,15	1.- Realización de instructivo para cada tipo de máquina del área de fabricación.
17,18	2.- Planificación de mantenimiento del área de fabricación
20,21	3.- Planificación para las capacitaciones.
25,26	4.- Entregar la documentación a los directivos de la empresa para su revisión y aprobación.


Elaborado por: El investigador

En el transcurso del mes de octubre se procedió a realizar un instructivo para el mantenimiento de cada tipo de máquina herramienta existen en el área de fabricación que interviene en el proceso de construcción de partes del cabezal en estudio, donde se vio la necesidad de diseñar formatos que ayuden a realizar los procesos de mantenimiento preventivo y además sirvan de registros para revisiones posteriores. Todos los formatos se entregaron a los directivos de la empresa para que sean ellos los encargados de informar los cambios que crean necesarios realizar en los formatos, una vez diseñado el sistema documental tanto para el mantenimiento de las máquinas herramientas y para las capacitaciones de los operadores y realizadas las correcciones sugeridas por los directivos de la empresa se procedió a entregar todo el paquete documental para su revisión total.

A continuación se presenta el sistema documental diseñado para el mantenimiento de las máquinas herramientas y la capacitación de los operadores del área de fabricación:



## Instructivo de Mantenimiento de Máquinas Herramientas

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	IM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS DEL ÁREA DE FABRICACIÓN				

### 1.0 Propósito

---

**1.1** Guiar al personal que realiza las tareas de mantenimiento para cumplir los estándares de calidad impuestos por la organización. Con el objeto de:

- Optimizar la operatividad del equipo productivo.
- Disminuir los costos de mantenimiento.
- Optimizar los recursos humanos.
- Maximizar la vida útil de las máquinas.

### 2.0 Alcance

---

**2.1** Todas las máquinas herramientas del área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, que intervienen en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

### 3.0 Responsabilidades

---

**3.1 Ingeniero de Fabricación:** Es el responsable directo de realizar el programa de mantenimientos de los equipos asignados el proceso, respaldando los mismos en órdenes y reportes de mantenimiento.

**3.2 Supervisor de Fabricación a cargo del Mantenimiento:** Es el encargado, junto al Ingeniero de Fabricación de revisar el Cronograma de mantenimiento de las máquinas herramientas, con la finalidad de planificar los trabajos requeridos sin afectar la producción.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	IM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS DEL ÁREA DE FABRICACIÓN				

**3.3 Si se requiere los servicios de un Técnico de Mantenimiento Externo:** El Supervisor de turno: supervisa la ejecución de mantenimiento, con la presencia del Técnico de Mantenimiento Externo y un ayudante del Taller.

**3.4 Técnico de Mantenimiento Externo:** Es el responsable directo de ejecutar el Mantenimiento de las máquinas, solicitadas en la Orden de Trabajo de Mantenimiento y según lo realizado llenar los reportes de Mantenimiento.

**3.5 Ayudante del Taller:** Es la persona que da soporte en los trabajos de Mantenimiento de parte del taller, colabora con el técnico externo de Mantenimiento o Supervisor de turno para realizar los trabajos de mantenimiento requeridos.

**3.6** Cuando el Mantenimiento de los equipos del área de fabricación son ejecutados por los maquinistas, el supervisor de turno: supervisa la ejecución del Mantenimiento de acuerdo a la Orden de trabajo de Mantenimiento.

#### **4.0 Requisito aplicable**


**4.1** Se basa en el ítem 6.3 Infraestructura de la norma ISO 9001; 2008 y bajo la norma API Q1.

#### **5.0 Equipo / Software**

**5.1** No aplica.

#### **6.0 Definiciones**

**6.1** No aplica

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	IM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS DEL ÁREA DE FABRICACIÓN				

## **7.0 Desarrollo**

---

**7.1** El control de las máquinas para el Mantenimiento Preventivo se lo realiza a través del Registro Diario de Mantenimiento de Maquinaria (F- ESPCT- 001), al empezar cada uno de los turnos de trabajo diario. Este control lo realiza cada maquinista en cada una de las máquinas herramientas.

**7.2** Cada semana el supervisor de fabricación, encargado de Mantenimiento junto al Ingeniero de Fabricación deberán revisar el cronograma de Mantenimiento de las máquinas herramientas, con la finalidad de planificar los trabajos requeridos sin afectar la producción.


**7.3** Los trabajos de Mantenimiento Preventivo se planifican para realizarlos, de acuerdo a las fechas establecidas en el cronograma de Mantenimiento de las máquinas herramientas, con la presencia del supervisor, un ayudante del taller; y si se requiere un Técnico de Mantenimiento externo.

**7.4** Cuando se requiera hacer un Mantenimiento Correctivo se organizará entre el Coordinador de Fabricación, el Ingeniero y el supervisor para la ejecución.

**7.5** El personal de Mantenimiento debe seguir las indicaciones que refieren en los manuales del equipo y/o los instructivos de mantenimiento de los equipos en cuanto al tiempo entre Mantenimientos Preventivos.

**7.8** El supervisor de Fabricación encargado del Mantenimiento debe emitir una Orden de Trabajo de Mantenimiento (F-ESPCT- 003), que será aprobada por el ingeniero de Fabricación, para poder realizar el Mantenimiento de la máquina designada.

**7.9** El supervisor de Fabricación encargado del Mantenimiento debe emitir un formato del Reporte de Mantenimiento (F- ESPCT- 004), Mismo que deberá ser llenado por el Técnico de Mantenimiento Externo o el Maquinista designado para ejecutar dicho Mantenimiento.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	IM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS DEL ÁREA DE FABRICACIÓN				

**7.10** El Técnico de Mantenimiento Externo o el Maquinista designado para realizar el Mantenimiento debe entregar al supervisor de turno la orden de trabajo de Mantenimiento y el reporte llenos como corresponde.

## **8.0 Identificación de peligros y riesgos**

---

**8.1** Siempre verificar que el switch de conexión de la máquina se encuentre en OFF para comenzar el mantenimiento.

**8.2** Colocar las señales de “NO CONECTAR” en las cajas de switch cuando se vaya a realizar un mantenimiento.

**8.3** Cuando se vaya a levantar carga flexione las rodillas y no lo haga con la espalda, si la carga es demasiada pesada solicite ayuda.

## **9.0 Formularios de Riesgo**

---

**9.1** F- ESPCT- 001 Registro Diario de Mantenimiento de Máquinas.

**9.2** F- ESPCT- 002 Hoja de Funcionamiento de la Máquina.

**9.3** F- ESPCT- 003 Orden de Trabajo de Mantenimiento.

**9.4** F- ESPCT- 004 Reporte de mantenimiento.

## **10.0 Anexos**

---

**10.1** MT- ESPCT- XXX Mantenimiento Torno

**10.2** MF- ESPCT- XXX Mantenimiento Fresadora

**10.3** Mt- ESPCT- XXX Mantenimiento Taladro

**10.4** MM- ESPCT- XXX Mantenimiento Mandrinadora

Realizado por:		Aprobado por:	
Fecha:		Fecha:	

## Instructivo de Mantenimiento de Torno

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				



Figura N° 21: Torno PINACHO Modelo S-90/310- 155


Fuente: Área de fabricación de ESP Completion Technologies S.A

### 1.0 Propósito

**1.2** Describir las actividades básicas ha realizarse en la Operación y Mantenimiento Preventivo de los tornos convencionales del taller de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A. Este instructivo se aplica solo para el Mantenimiento Preventivo de tornos convencionales pero no implica el Mantenimiento Correctivo ya que esto realiza el personal calificado.

### 2.0 Alcance

**2.1** Todos los tornos del área de fabricación que intervienen en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

### **3.0 Responsabilidades**

---

**3.1 Ingeniero y Supervisor de Fabricación:** Elaborar el plan de Mantenimiento Preventivo con base en los registros, programar las actividades y supervisar su ejecución con la colaboración del resto de personal de fabricación.

**3.2 Técnicos de Mantenimiento Externos:** Realizar las actividades de Mantenimiento y registrar la información para reportarla a los responsables del Mantenimiento.

**3.3 Operadores de Máquinas Herramientas:** Todos los empleados son responsables del buen uso y Mantenimiento de los equipos. Y de reportar cualquier estado o condición insegura en ellos.

### **4.0 Requisito aplicable**

---

**4.1** Se basa en el ítem 6.3 infraestructura de la norma ISO 9001- 2008 y bajo la norma API Q1.

### **5.0 Equipo / Software**


---

**5.1** No aplica

### **6.0 Definiciones**

---

**6.1 Torno:** Es una Máquina Herramienta que permite mecanizar piezas de forma geométrica. Operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

**6.2 Bancada:** Sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.

**6.3 Cabezal fijo:** Contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.

**6.4 Contrapunto:** Es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como portabrocas o brocas para hacer perforaciones en el centro de los ejes. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.

**6.5 Carros portaherramientas:** Consta del carro principal que produce los movimientos de avance y profundidad de pasada y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.

## **7.0 Desarrollo**


---

### **7.1 Mantenimiento diario**

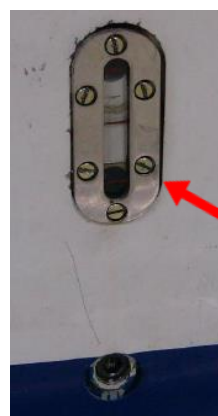
**7.1.1** Cada mañana revisar los visores de los niveles del cabezal, delantal, caja de avance y refrigerante. En caso de ser necesario llenarlo hasta el nivel máximo.

#### **Cabezal, delantal y caja de avance.**

Recargar un aceite ISO 150 que tiene excelente desempeño antidesgaste, proporcionando larga vida de los componentes, altos niveles de protección al

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

desgaste para rodamientos y reductores de velocidad bajo cargas moderadas, suministrando beneficios con relación a los productos basados en aceite mineral en términos de vida de los engranes y rodamientos.



Visor del nivel del cabezal

Figura N° 22: Visor del nivel del cabezal  
Fuente: Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

### Unidad de refrigerante

- a.-** Recargar utilizando aceite soluble, para lo cual se debe realizar una mezcla con una concentración de 20 a 1 entre agua y el aceite soluble, a fin de obtener un enfriamiento eficaz del elemento mecanizado y herramienta de corte.
- b.-** Abrir el recolector del refrigerante para recargarlo.
- c.-** Una vez realizado el paso (a) proceder a recargarlo hasta que el pörtico de succión esté completamente sumergido en el refrigerante.

**7.1.2** Lubricar con una aceitera siempre antes de empezar el trabajo diario o cada cambio de turno, en la bancada, contrapunto, volante del contrapunto, charriot, carro transversal, tapa del cabezal, cabezal, cuenta hilos, husillo patrón, barra de cilindrar, como muestra la figura:




Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				



Figura N° 23: Carro transversal  
Fuente: Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

## 7.2 Mantenimiento trimestral.

### 7.2.1 limpieza de reservorio y cambio del refrigerante.

a.- Ubicar el recipiente bajo el pórtico de drenaje.

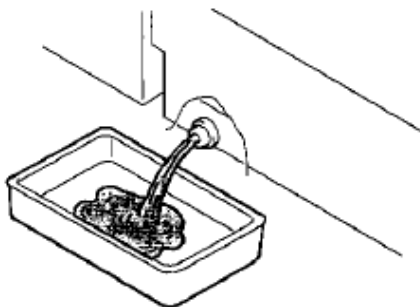



Figura N° 24: Pórtico de drenaje  
Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

- b.-** Liberar la tapa del pórtico de drenaje. El refrigerante es drenado.
- c.-** Luego de drenar el refrigerante retirar la placa receptora de viruta y limpiar dentro del tanque refrigerante.
- d.-** Rellenar de aceite soluble hasta el nivel máximo del visor.

### **7.2.2 Limpieza del mandril**

- a.-** Desmontar el mandril del torno.
- b.-** Aflojar todos los pernos y luego desmontar todas las piezas que conforman este mandril.
- c.-** Limpiar cada una de las partes y luego engrasar y lubricar.
- d.-** Montar y armar todas las partes, verificar su correcto funcionamiento.


### **7.2.3 Ajuste de regletas guías**

- a.-** Verificar que cada una de las regletas guías del torno tengan un ajuste adecuado para su correcto funcionamiento.
- b.-** Si su función no es óptima, proceder a ajustar las guías según sea el caso.

## **7.3 Mantenimiento por cada 1000 horas de operación**

### **7.3.1 Cambio del aceite del cabezal, delantal y de la caja de avance**

- a.-** Ubicar el recipiente de drenaje de aceite bajo el pórtico de drenaje.
- b.-** Liberar la tapa de pórtico de drenaje. El aceite es drenado.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

c.- Luego de drenar el aceite, colocar nuevamente la tapa del pórtico y por la parte superior del cabezal rellenar el aceite hasta que el visor se encuentre en el nivel máximo.

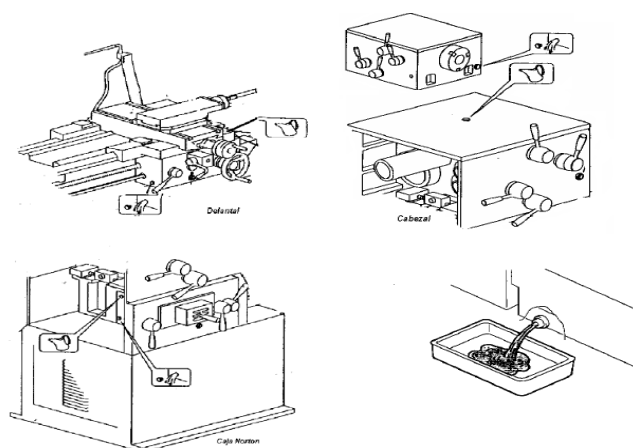


Figura N° 25: Partes del Torno que se deben realizar Mantenimiento  
Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155


## 7.4 Mantenimiento semestral.

### 7.4.1 Revisar los cables y elementos eléctricos.

- Reemplazar fusibles averiados por fusibles a la intensidad nominal del motor. Los relees térmicos deben estar ajustados a la intensidad nominal del motor.
- Revisar los sistemas eléctricos de enclavamiento de las protecciones.

#### Nota:

1.- No realizar modificaciones, no autorizadas, en el equipo eléctrico o electrónico de la máquina.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

**2.-** Para realizar tareas de mantenimiento en el armario eléctrico desconectar la tensión la red.

#### **7.4.2 Revisión y ajuste de correas**

En caso de necesitar ajuste las correas para tensionarlas se efectúa aflojando o apretando los tornillos (G) hasta llegar a la tensión adecuada.

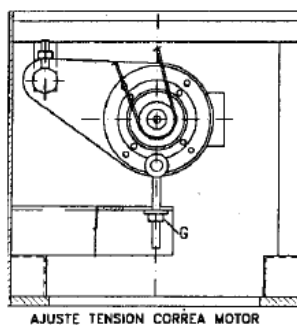



Figura N° 26: Correos del Torno

Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

#### **7.4.3 Revisar el nivel de la máquina, en caso de ser necesario nivelado**

- 1.-** Colocar niveles de precisión (0,05 mm/m) sobre el carro transversal.
- 2.-** Posicionar el carro longitudinal sobre el centro de la bancada y actuar sobre los 4 tensores extremos (C) hasta conseguir en los niveles una lectura aproximada.
- 3.-** Desplazar el carro longitudinal hacia el cabezal y contrapunto sucesivamente, actuando con los 4 tensores extremos (C) hasta conseguir en los niveles una lectura de 0.05 mm/m.
- 4.-** Actuar sobre los tensores (D) hasta conseguir que presionen sin que varíe la nivelación.
- 5.-** Bloquear con las tuercas (E) y comprobar de nuevo la nivelación.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

6.- Verificar que todos los tensores estén apoyados. Como se indica en la siguiente figura:

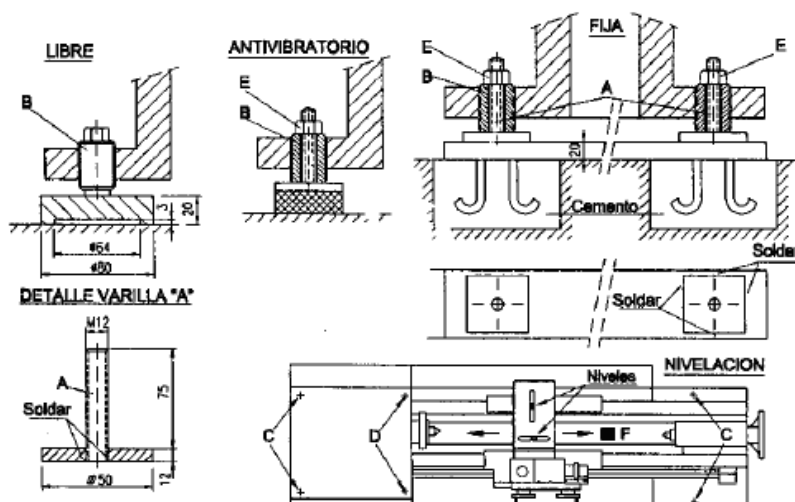
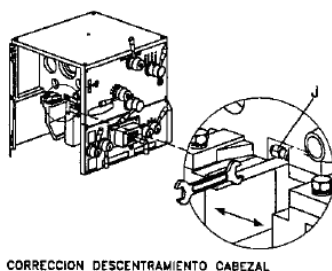


Figura N° 27: Tensores para nivelar el Torno

Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

## 7.5 Mantenimiento anual


**7.5.1** Corrección del descentramiento del cabezal o falla de paralelismo del cabezal con la bancada. Se corrige actuando sobre la tuerca (J) en un sentido u otro, según sea necesario, para ello, antes deben aflojar los cuatro tornillos de amarre del cabezal o bancada.



CORRECCION DESCENTRAMIENTO CABEZAL

Figura N° 28: Tensores para nivelar el Torno

Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

**7.5.2 Revisión del freno eléctrico:** En caso de ser necesario rectificarlo

### 7.5.3 Ajuste de guías del carro transversal.

- Se corrige por medio de la regla cónica, situada en la parte derecha del carro transversal.
- Actuar sobre el tornillo (G) situado en la parte posterior del carro, aflojándolo. Seguramente, apretar el tornillo (H), situado en la parte delantera del carro, hasta conseguir el ajuste adecuado.
- Una vez, conseguido el ajuste adecuado, volver a apretar el tornillo (G) para fijar la regla en su posición correcta.

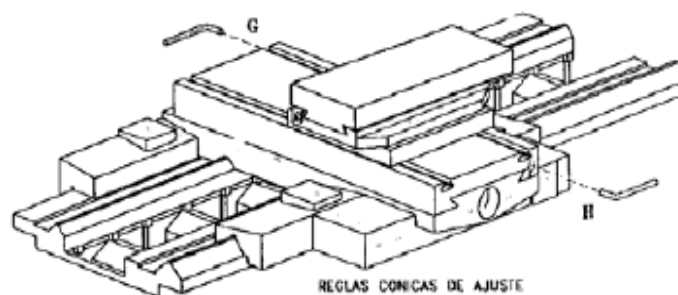



Figura N° 29: Carro Transversal

Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

### 7.5.4 Ajuste de holgura de tuerca charriot

- Quitar tornillos (C) del soporte del husillo.
- Desplazar la corredera charriot (D) con la mano.
- Aflojar contratuercas (E).
- Ir apretando suavemente el tornillo (F) a la vez que vamos girando el volante un cuarto de vuelta a la izquierda y derecha, hasta dejar una holgura adecuada.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

- Apretar de nuevo las contratuercas (E).
- Comprobar girando el volante, que el husillo vaya suave y uniforme.
- Desplazar la corredera charriot (D) a su posición inicial.
- Colocar los tornillos (C) y apretar.

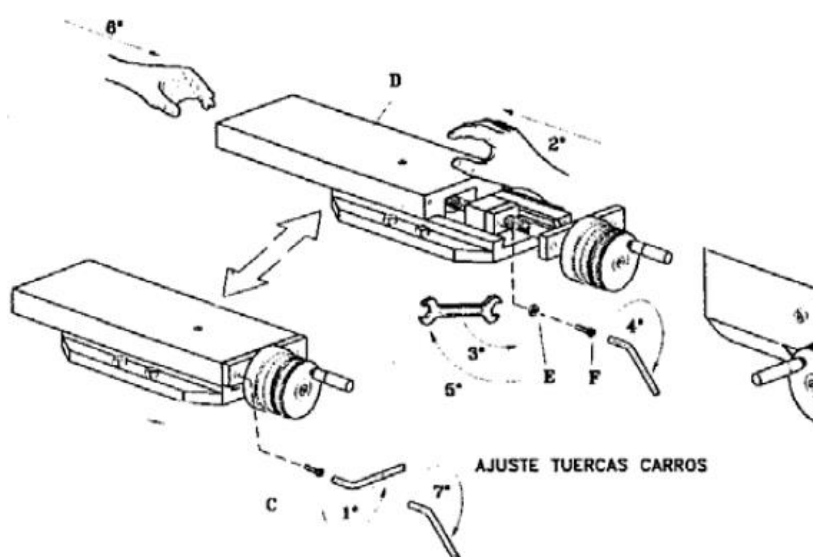



Figura N° 30: Ajuste de tuerca charriot

Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

### 7.5.5 Ajuste de holgura de la tuerca transversal

- Aflojar el tornillo (A) situado en la parte superior del carro transversal.
- Apretar el prisionero (B) suavemente, a la vez que vamos girando el volante un cuarto de vuelta a la izquierda y derecha, hasta dejar una holgura adecuada.
- Apretar de nuevo el tornillo (A) para bloquear.
- Comprobar girando el volante a mano, si el desplazamiento del carro es suave y uniforme.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

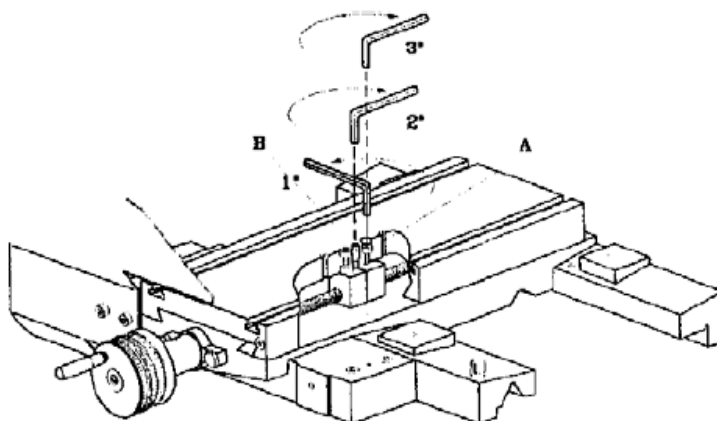


Figura N° 31: Ajuste de tuerca transversal

Fuente: Manual del Torno PINACHO modelo S-90/310- 155

#### 7.5.6 Ajuste de guías carro charriot


- Se corrige por medio de la regla cónica, situada en la parte derecha del transversal.
- Para corregir, actuar sobre el tornillo (J), situado en la parte opuesta al nonio, aflojándolo.
- Seguidamente, apretamos el tornillo (K), situado en la parte donde va el nonio, hasta conseguir el ajuste adecuado.
- Una vez conseguido el ajuste adecuado, volver a apretar el tornillo (J), para fijar la regla en su posición correcta.

### 8.0 Medidas de seguridad HSE

---

- Siempre verifique que el switch de conexión de la máquina se encuentre en OFF para comenzar el mantenimiento.



Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				


- Coloque señales de “NO CONECTAR” en las cajas de switch cuando se vaya a realizar un mantenimiento.
- Retire de bodega solo el material que va a utilizar en el mantenimiento para evitar desperdicios.
- Cuando levante carga flexione las rodillas y no lo haga con la espalda. Si la carga es demasiado pesada solicite ayuda.

### 8.1 Protección personal

- Antes de hacer funcionar la máquina, el personal debe vestir: overol con mangas largas, gafas, zapatos de seguridad, casco y protectores auditivos
- Utilizar gafas, zapatos de seguridad contra impactos (transparentes). Sobre todo cuando se mecanizan metales duros, frágiles o quebradizos.
- Usar calzado de seguridad que proteja contra cortes y pinchazos.
- Es muy peligroso trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, cabellos largos y sueltos, deben recogerse bajo el casco. Lo mismo la barba larga.

### 8.2 Protección de la máquina

- Realizar la limpieza completa del torno antes y después de usar para asegurarse que todas las partes móviles y superficies no se encuentren rayadas o dañadas.
- Mantener limpio el torno, sus elementos y el área donde se encuentra ubicado para evitar accidentes.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MT- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TORNO				

- Después de unas horas de funcionamiento de la máquina las correas deben volver a tensarse, debido al estiramiento que sufren. La tensión correcta de la banda se la deja a criterio del operador por su experiencia. La banda se encuentra con la tensión adecuada cuando no produce ruido al arrancar.

## **9.0 Formularios y Registros**

---

**9.1** F- ESPCT- 001 Registro Diario de Mantenimiento de Máquinas.

**9.2** F- ESPCT- 002 Hoja de Funcionamiento de la Máquina.

**9.3** F- ESPCT- 003 Orden de Trabajo de Mantenimiento.

**9.4** F- ESPCT- 004 Reporte de mantenimiento.

Realizado por:		Aprobado por:	
Fecha:		Fecha:	

## Instructivo de Mantenimiento de Fresadora


Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MF- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE FRESADORA				



Figura N° 32: Fresadora Topone modelo TOM-2SG, TOM-2VSG  
Fuente: Área de fabricación de ESP Completion Technologies S.A.

### 1.0 Propósito

1.1 Describir las actividades básicas ha realizarse en el Mantenimiento Preventivo de las fresadoras en el taller de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A. Este instructivo se aplica solo para el Mantenimiento Preventivo de las fresadoras pero no aplica el mantenimiento correctivo ya que esto lo realiza el personal calificado.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MF- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE FRESADORA				

## **2.0 Alcance**

**2.1** Todas las fresadoras del área de fabricación que intervienen en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

## **2.0 Responsabilidades**

**3.1 Coordinador e Ingeniero de fabricación:** Elaborar el plan de Mantenimiento Preventivo con base en los registros, programas las actividades y supervisar su ejecución con la colaboración del resto del personal de fabricación.

**3.2 Técnicos de Mantenimiento externos:** realizar las actividades de mantenimiento y registrar la información para reportarla a los responsables de Mantenimiento.


**3.3 Operadores de Máquinas Herramientas:** Todos los empleados son responsables del buen uso y mantenimiento de los equipos. Y de reportar cualquier estado o condición insegura.

## **3.0 Requisito aplicable**

**4.1** Se basa en el ítem 6.3 Infraestructura de la norma ISO 9001-2008 y bajo la especificación API Q1.

## **4.0 Equipo / Software**

**5.1** No aplica

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MF- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE FRESADORA				

## 6.0 Definiciones

---

**6.1 Columna:** Constituye el cuerpo o bastidor y se apoya sobre la base, en su parte frontal tiene unas guías para el movimiento de la consola y unos mandos para el accionamiento y control de la máquina.

**6.2 Consola a caja de avance:** Es la parte que se desliza sobre las guías del cuerpo y sirve de sujeción para la mesa.

**6.3 Mesa o delantal:** Superficie ranurada sobre la cual se coloca la pieza para trabajar.

**6.4 Carro:** Es el apoyo de la mesa que permite el movimiento longitudinal y transversal de la mesa sobre la consola.

**6.5 Portaherramientas o portabrocas:** Es la pieza en la que se apoya la herramienta y le transmite el movimiento de rotación del mecanismo de accionamiento alojado en el interior bastidor.

## 7.0 Instrucciones

---

### 7.1 Operación

**7.1.1** Accionar la palanca del switch que se encuentra en la parte de la máquina.


**7.1.2** Seleccionar el sentido de giro adecuado al trabajo que se realice.

**7.1.3** Proceder a encender la máquina.

**7.1.4** Verificar y seleccionar las revoluciones y avances según el material a maquinar.

### 7.2 Mantenimiento diario

**7.2.1** Cada mañana revisar los visores de los niveles del cabezal, delantal, caja de avance y refrigerante. En caso de ser necesario llenarlo hasta el nivel máximo.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MF- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE FRESADORA				

**7.2.2** Cabezal, caja de velocidades, divisor y caja de avance, recargar con aceite ISO 150, tiene excelente desempeño antidesgaste proporcionando larga vida de los componentes, altos niveles de protección al desgaste para rodamientos y reductores de velocidad bajo cargas moderadas, suministrando beneficios con relación a los productos basados en aceite mineral en términos de vida de los engranes y rodamientos.

### **7.2.3 Unidad refrigerante**

- a.-** Recargar ocupando aceite soluble para lo cual realizamos una mezcla con una concentración de 20 a 1 agua y el aceite soluble, a fin de obtener un enfriamiento eficaz del elemento mecanizado y herramienta de corte.
- b.-** Abrir el recolector del refrigerante para recargarlo.
- c.-** Una vez realizado el paso (a) proceder a recargarlo hasta que el elemento su succión de la bomba esté completamente sumergido en el refrigerante.

**7.2.4** Lubricar en los sitios donde se indican antes de empezar el trabajo diario, como se muestra en la figura en los puntos señalados:

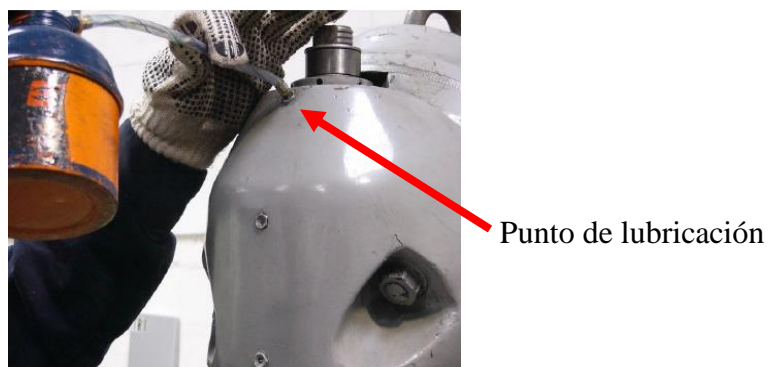



Figura N° 33: Puerto de lubricación

Fuente: Fresadora Topone modelo TOM-2SG, TOM-2VSG

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MF- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE FRESADORA				

### **7.3 Mantenimiento por cada 1000 horas de operación**

#### **7.3.1 Cambio de aceite de la caja de velocidades y de caja de avance.**

- a.-** Ubicar el recipiente de bajo el pórtico de drenaje.
- b.-** Liberar la tapa del pórtico de drenaje. El aceite es drenado.
- c.-** Luego de drenar el aceite colocar nuevamente la tapa del pórtico y por la parte superior del cabezal llenar hasta que el visor se encuentre en el nivel máximo.


### **7.4 Mantenimiento semestral**

#### **7.4.1 Revisar los cables y elementos eléctricos.**

- a.-** Reemplazar fusibles averiados por fusibles iguales o equivalentes.
- b.-** Los relees térmicos deben estar ajustados a la intensidad nominal del motor.
- c.-** Si se detecta restos de humedad, refrigerante o aceite en el interior de algún equipo eléctrico, proceder inmediatamente a su reparación.
- d.-** Revisar los sistemas eléctricos de enclavamiento de las protecciones.

#### **Nota:**

- 1.-** No realizar modificaciones, no autorizadas, en el equipo eléctrico o electrónico de la máquina.
- 2.-** Para realizar tareas de mantenimiento en el armario eléctrico desconectar la tensión la red.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MF- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE FRESADORA				

## 7.5 Mantenimiento Anual

### 7.5.1 Cambio de aceite del divisor

- a.- Ubicar el recipiente bajo el pörtico de drenaje.
- b.- Liberar la tapa del pörtico de drenaje. El aceite es drenado.
- c.- Luego de drenar el aceite colocar nuevamente la tapa del pörtico y por la parte superior del cabezal llene el aceite hasta que el visor se encuentre en el nivel máximo.




Figura N° 34: Puerto de lubricación y visor de aceite  
Fuente: Fresadora Topone modelo TOM-2SG, TOM-2VSG

## 8.0 Medidas de seguridad HSE

---

- Siempre verifique que el switch de conexión de la máquina se encuentre en OFF para comenzar el mantenimiento.
- Coloque señales de “NO CONECTAR” en las cajas de switch cuando se vaya a realizar un mantenimiento.
- Retire de bodega solo el material que va a utilizar en el mantenimiento para evitar desperdicios.



Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MF- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE FRESADORA				

## 8.1 Protección personal

- Antes de hacer funcionar la máquina, el personal debe vestir: overol con mangas largas, gafas, zapatos de seguridad, casco y protectores auditivos
- Utilizar gafas, zapatos de seguridad contra impactos (transparentes). Sobre todo cuando se mecanizan metales duros, frágiles o quebradizos.
- Usar calzado de seguridad que proteja contra cortes y pinchazos.
- Es muy peligroso trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, cabellos largos y sueltos, deben recogerse bajo el casco. Lo mismo la barba larga.

## 8.2 Protección de la máquina

- Revisar la limpieza completa de la fresadora y después de usar para asegurarse que todas las partes móviles y superficiales no se encuentren rayadas o dañadas.
- Mantener limpia la fresadora, sus elementos y el área donde se encuentra ubicado para evitar accidentes.

## 9.0 Formularios y Registros

---

**9.1** F- ESPCT- 001 Registro Diario de Mantenimiento de Máquinas.

**9.2** F- ESPCT- 002 Hoja de Funcionamiento de la Máquina.

**9.3** F- ESPCT- 003 Orden de Trabajo de Mantenimiento.

**9.4** F- ESPCT- 004 Reporte de mantenimiento.

Realizado por:		Aprobado por:	
Fecha:		Fecha:	

## Instructivo de Mantenimiento de Taladro


Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	Mt- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TALADRO				




Figura N° 35: Taladro Radial CARLTON modelo 5'' ARM-15'' COL  
Fuente: Área de fabricación de ESP Completion Technologies S.A

### **1.0 Propósito**

---

**1.1** Describir las actividades básicas ha realizarse en el Mantenimiento Preventivo de los taladros radiales CARLTON en el área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A. Este instructivo se aplica solo para el Mantenimiento Preventivo del taladro radial CARLTON pero no aplica el Mantenimiento Correctivo ya que esto lo realiza el personal calificado.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	Mt- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TALADRO				

## **2.0 Alcance**

**2.1** El mantenimiento de los taladros radiales del área de fabricación que intervienen en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

## **3.0 Responsabilidades**

**Coordinador e ingeniero de fabricación:** Elaborar el plan de mantenimiento preventivo con base en los registros, programas, las actividades y supervisar su ejecución con la colaboración del resto del personal de fabricación.

**Técnicos de Mantenimiento Externos:** realizar las actividades de mantenimiento y registrar la información para reportarla a los responsables de mantenimiento.


**Operadores de Máquinas Herramientas:** Todos los empleados son responsables del buen uso y mantenimiento de los equipos y de reportar cualquier estado o condición insegura en ellos.

## **4.0 Requisito aplicable**

**4.1** Este documento se basa en la norma ISO 9001- 2008 y en las especificaciones API Q1.

## **5.0 Definiciones**

**5.1 Taladro radial:** Máquina de gran tamaño que mueve su cabezal, su mesa de trabajo y el husillo principal con motores independiente. También puede girar por lo menos 90° su cabezal, con lo que se puede ejecutar trabajos de manera horizontal o inclinada.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	Mt- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TALADRO				

**5.2 Columna:** Parte robusta de la máquina en la que se ubica el brazo que sostiene el cabezal principal con sus aditamentos y motor.

## 6.0 Equipo / Software

---

6.1 N/A

## 7.0 Instrucciones

---

### 7.1 Mantenimiento diario

**7.1.1** Cada mañana revisar el visor del nivel del cabezal del taladro. En caso de ser necesario llenarlo hasta el nivel máximo. Recargar con aceite ISO 150, tiene excelente desempeño antidesgaste proporcionando larga vida de los componentes, altos niveles de protección al desgaste para rodamientos y reductores de velocidad bajo cargas moderadas, suministrando beneficios con relación a los productos basados en aceite mineral en términos de vida de los engranes y rodamientos.

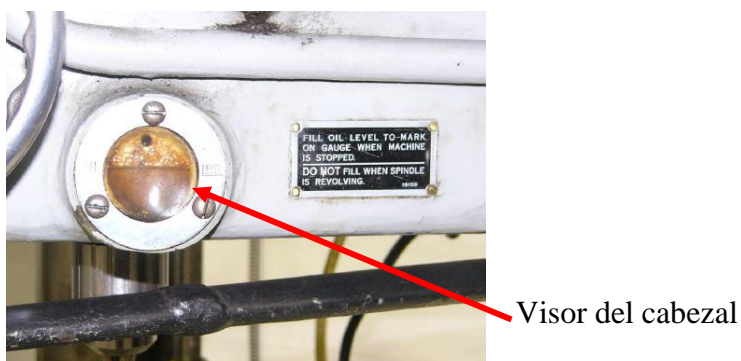

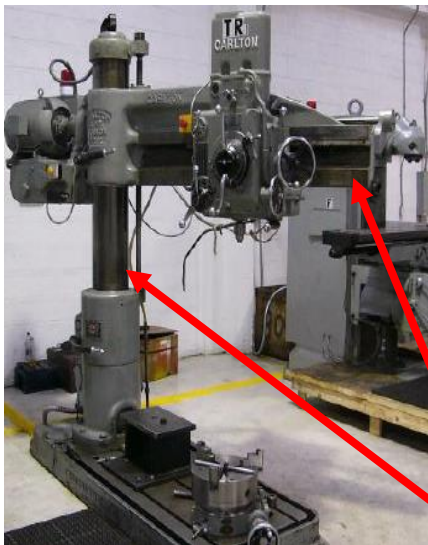


Figura N° 36: Visor del nivel de aceite del cabezal  
Fuente: Taladro Radial CARLTO modelo 5" ARM-15" COL

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	Mt- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TALADRO				

### 7.1.2 Lubricación de guías y columna cada jornada antes de empezar a operar.



Puntos de lubricación

Figura N° 37: Lugares para aceitar

Fuente: Taladro Radial CARLTO modelo 5" ARM-15" COL

## 7.2 Mantenimiento por cada 1000 horas de operación

### 7.2.1 Cambio del aceite del cabezal del taladro


a.- Ubicar el recipiente bajo el pórtico de drenaje.



Pórtico de drenaje

Figura N° 38: Tapón de drenaje de aceite del cabezal

Fuente: Taladro Radial CARLTO modelo 5" ARM-15" COL

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	Mt- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TALADRO				

**b.-** Liberar la tapa de pórtico de drenaje. El aceite es drenado.

**c.-** Luego de drenar el aceite colocar nuevamente la tapa del pórtico y por la parte superior del cabezal llene el aceite hasta que el visor se encuentre en el nivel máximo.

### **7.3 Mantenimiento semestral**

#### **7.3.1 Revisar los cables y elementos eléctricos**

- Reemplazar fusibles averiados por fusibles en nuevos.
- Los relees térmicos deben estar ajustados a la intensidad nominal del motor.
- Verificar restos de humedad, refrigerante o aceite en el interior de algún equipo eléctrico, proceder inmediatamente su reparación
- Revisar los sistemas eléctricos de enclavamiento de las protecciones.

#### **Nota:**


**1.-** No realizar modificaciones, no autorizadas, en el equipo eléctrico o electrónico de la máquina.

**2.-** Para realizar tareas de mantenimiento en el armario eléctrico desconectar la tensión la red.

### **7.4 Mantenimiento anual**

#### **7.4.1 Cambio de aceite del divisor**

**a.-** Ubicar el recipiente bajo el pórtico de drenaje.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	Mt- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TALADRO				

b.- Liberar la tapa del pórtico de drenaje. El aceite es drenado.

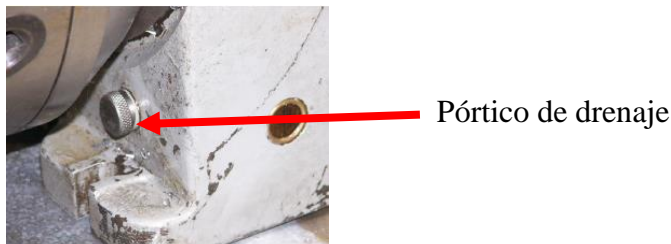


Figura N° 39: Pórtico de drenaje del divisor

Fuente: Taladro Radial CARLTO modelo 5" ARM-15" COL


c.- Luego de drenar el aceite colocar nuevamente la tapa del pórtico y por la parte superior del cabezal llene el aceite hasta que el visor se encuentre en el nivel máximo.

## 8.0 Medidas de seguridad HSE

- Siempre verifique que el switch de conexión de la máquina se encuentre en OFF para comenzar el mantenimiento.
- Coloque señales de "NO CONECTAR" en las cajas de switch cuando se vaya a realizar un mantenimiento.
- Retire de bodega solo el material que va a utilizar en el mantenimiento para evitar desperdicios.

### 8.1 Protección personal.

- Antes de hacer funcionar la máquina, el personal debe vestir: overol con mangas largas, gafas, zapatos de seguridad, casco y protectores auditivos
- Utilizar gafas, zapatos de seguridad contra impactos (transparentes). Sobre todo cuando se mecanizan metales duros, frágiles o quebradizos.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	Mt- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE TALADRO				

- Usar calzado de seguridad que proteja contra cortes y pinchazos.
- Es muy peligroso trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, cabellos largos y sueltos, deben recogerse bajo el casco. Lo mismo la barba larga.

## 8.2 Protección de máquina

- Realizar la limpieza completa del taladro antes de usar para asegurarse que todas las partes móviles y superficiales no se encuentren rayadas o dañadas.
- Mantener limpio el taladro, sus elementos y el área donde se encuentra ubicado para evitar accidentes.
- 

## 9.0 Formularios y Registros

---

**9.1** F- ESPCT- 001 Registro Diario de Mantenimiento de Máquinas.

**9.2** F- ESPCT- 002 Hoja de Funcionamiento de la Máquina.

**9.3** F- ESPCT- 003 Orden de Trabajo de Mantenimiento.

**9.4** F- ESPCT- 004 Reporte de mantenimiento.

Realizado por:		Aprobado por:	
Fecha:		Fecha:	



## Instructivo de Mantenimiento de Mandrinadora



Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				



Figura N° 40: Mandrinadora WOTAN IBÉRICA Long 70'' x 50''  
Fuente: Área de fabricación de ESP Completion Technologies S.A.

### **1.0 Propósito**

**1.1** Describir actividades básicas ha realizarse en el Mantenimiento Preventivo de la mandrinadora WOTAN IBÉRICA del área de fabricación en la empresa ESP Completion Technologies S.A. Este instructivo se aplica solo para el Mantenimiento Preventivo de la mandrinadora pero no aplica el mantenimiento correctivo ya que esto lo realiza el personal calificado.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				

## 2.0 Alcance

---

**2.1** El mantenimiento de la mandrinadora del área de fabricación, que interviene en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

## 3.0 Responsabilidades

---

**Coordinador e Ingeniero de fabricación:** Elaborar el plan de Mantenimiento Preventivo con base en los registros, programas, las actividades y supervisar su ejecución con la colaboración del resto del personal de fabricación.

**Técnicos de Mantenimiento Externos:** Realizar las actividades de Mantenimiento y registrar la información para reportarla a los responsables de Mantenimiento.

**Operadores de Máquinas Herramientas:** Todos los empleados son responsables del buen uso y mantenimiento de los equipos y de reportar cualquier estado o condición insegura en ellos.

## 4.0 Requisito aplicable


---

**4.1** Este documento se basa en la norma ISO 9001- 2008 y en las especificaciones API Q1.

## 5.0 Definiciones

---

**5.1 Mandrinadora:** Máquina Herramienta de gran tamaño que mueve su cabezal, su mesa de trabajo, mesa giratoria y el husillo principal con motores independientes. con lo que se puede ejecutar trabajos de manera horizontal.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				

**5.2 Bancada:** Parte robusta de la Máquina Herramienta en la que se ubica la mesa principal, que sostiene a la mesa giratoria y está a su vez sostiene la pieza a maquinar.

**5.3 Mesa giratoria:** Se ubica sobre la mesa principal, y tiene la función de girar en 360° para que la pieza pueda ser trabajada de la manera más adecuada.

**Portaherramientas o portabrocas:** Es la pieza en la que se apoya la herramienta y le transmite el movimiento de rotación del mecanismo de accionamiento alojado en el interior bastidor.

## 6.0 Equipo / Software

6.1 N/A

## 7.0 Instrucciones

### 7.1 Operación

**7.1.1** Accionar la palanca del switch que se encuentra en la parte de la máquina.


**7.1.2** Seleccionar el sentido de giro adecuado al trabajo que se realice.

**7.1.3** Proceder a encender la máquina.

**7.1.4** Verificar y seleccionar las revoluciones y avances según el material a maquinar.

### 7.2 Mantenimiento diario

**7.2.1** Cada mañana revisar los visores de los niveles del cabezal, delantal, caja de avance y refrigerante. En caso de ser necesario llenarlo hasta el nivel máximo.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				

**7.2.2** Cabezal, caja de velocidades y caja de avance, recargar con aceite ISO 150, tiene excelente desempeño antidesgaste proporcionando larga vida de los componentes, altos niveles de protección al desgaste para rodamientos y reductores de velocidad bajo cargas moderadas, suministrando beneficios con relación a los productos basados en aceite mineral en términos de vida de los engranes y rodamientos.

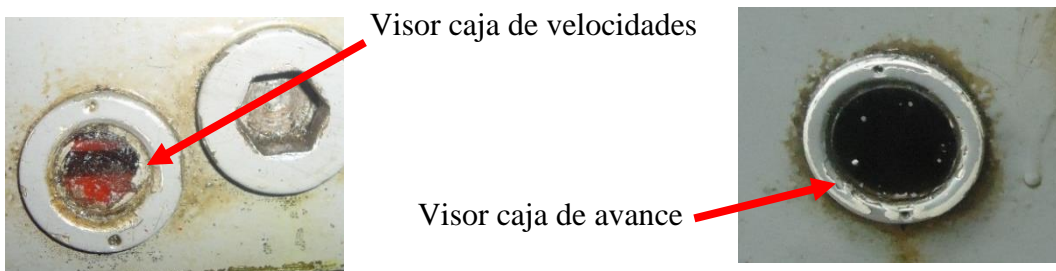


Figura N° 41: Visor de caja de velocidades y de caja de avance  
Fuente: Mandrinadora WOTAN IBÉRICA Long 70" x 50"

### 7.2.3 Unidad refrigerante.

- a.- Recargar ocupando aceite soluble para lo cual realizamos una mezcla con una concentración de 20 a 1 agua y el aceite soluble, a fin de obtener un enfriamiento eficaz del elemento mecanizado y herramienta de corte.
- b.- Abrir el recolector del refrigerante para recargarlo.
- c.- Una vez realizado el paso (a) proceder a recargarlo hasta que el elemento su succión de la bomba esté completamente sumergido en el refrigerante.

**7.2.4** Lubricar en los sitios donde se indican antes de empezar el trabajo diario, como se muestra en la figura en los puntos señalados:


Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				



Figura N° 42: Sitios donde se deben aceitar  
Fuente: Mandrinadora WOTAN IBÉRICA Long 70'' x 50''

### 7.3 Mantenimiento por cada 1000 horas de operación.


**7.3.1** Cambio del aceite de la caja principal y de la caja de avance de la mandrinadora.

- a.-** Ubicar el recipiente bajo el pórtico de drenaje.
- b.-** Liberar la tapa de pórtico de drenaje. El aceite es drenado.
- c.-** Luego de drenar el aceite colocar nuevamente la tapa del pórtico y por la parte superior del cabezal llenar hasta que el visor se encuentre en el nivel máximo.

### 7.4 Mantenimiento semestral

**7.4.1** Revisar los cables y elementos eléctricos.

- Reemplazar fusibles averiados por fusibles en nuevos.
-

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				

- Los relees térmicos deben estar ajustados a la intensidad nominal del motor.
- Verificar restos de humedad, refrigerante o aceite en el interior de algún equipo eléctrico, proceder inmediatamente su reparación
- Revisar los sistemas eléctricos de enclavamiento de las protecciones.

#### **Nota:**

- 1.- No realizar modificaciones, no autorizadas, en el equipo eléctrico o electrónico de la máquina.
- 2.- Para realizar tareas de mantenimiento en el armario eléctrico desconectar la tensión la red.

### **7.5 Mantenimiento anual**


#### **7.5.1 Cambio de aceite de la mesa giratoria.**

- a.- Ubicar el recipiente bajo el pörtico de drenaje.
- b.- Liberar la tapa del pörtico de drenaje. El aceite es drenado.
- c.- Luego de drenar el aceite colocar nuevamente la tapa del pörtico y por la parte superior del cabezal llene el aceite hasta que el visor se encuentre en el nivel máximo.



Pörtico de drenaje

Figura N° 43: Pörtico de drenaje de la mesa giratoria  
Fuente: Mandrinadora WOTAN IBÉRICA Long 702 x 50”

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				

## **8.0 Medidas de seguridad HSE**

---


- Siempre verifique que el switch de conexión de la máquina se encuentre en OFF para comenzar el mantenimiento.
- Coloque señales de “NO CONECTAR” en las cajas de switch cuando se vaya a realizar un mantenimiento.
- Retire de bodega solo el material que va a utilizar en el mantenimiento para evitar desperdicios.

### **8.1 Protección personal**

- Antes de hacer funcionar la máquina, el personal debe vestir: overol con mangas largas, gafas, zapatos de seguridad, casco y protectores auditivos
- Utilizar gafas, zapatos de seguridad contra impactos (transparentes). Sobre todo cuando se mecanizan metales duros, frágiles o quebradizos.
- Usar calzado de seguridad que proteja contra cortes y pinchazos.
- Es muy peligroso trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, cabellos largos y sueltos, deben recogerse bajo el casco. Lo mismo la barba larga.

### **8.2 Protección de la máquina**

- Realizar la limpieza completa de la mandrinadora antes de usar para asegurarse que todas las partes móviles y superficiales no se encuentren rayadas o dañadas.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Mantenimiento	X	DD/MM/AA	MM- ESPCT - XXX	
MANTENIMIENTO DE MANDRINADORA				

## **9.0 Formularios y Registros**

---

**9.1** F- ESPCT- 001 Registro Diario de Mantenimiento de Máquinas.

**9.2** F- ESPCT- 002 Hoja de Funcionamiento de la Máquina.

**9.3** F- ESPCT- 003 Orden de Trabajo de Mantenimiento.

**9.4** F- ESPCT- 004 Reporte de mantenimiento.

Realizado por:		Aprobado por:	
Fecha:		Fecha:	



## **Registro Diario de Mantenimiento**

Es muy importante llevar un registro diario de mantenimiento de las diferentes Máquinas Herramientas que se operan diariamente en el área de fabricación, con el fin de mantener un control diario y estar en capacidad de conocer cualquier falla o inconveniente que presente la Máquina y poder corregir antes que se convierta en un problema considerable.

Para este efecto se planteó un Formato de Registro Diario de Mantenimiento, el mismo que servirá para realizar el control de todas las Máquinas que operan el área de fabricación. En el formato se detallan los siguientes puntos que ayudaran a mantener un control adecuado:

- Nombre y número de la máquina.
- Ubicación de la máquina.
- N° de serie.
- Código.
- Fecha.
- Detalle de cada día de la semana.
- Check list de los puntos diarios de control.
- Total de horas de uso en el turno de trabajo.
- Al final del formato, el nombre y firma de las personas responsables.

Todos los puntos mencionados antes serán claves para llevar el control de las horas de uso de cada máquina y poder conocer y planificar el mantenimiento preventivo correspondiente, además ayudará que al término de cada jornada de trabajo se verifique el funcionamiento correcto de la máquina y se entregue todas las herramientas limpias pudiendo de esta manera alargar el tiempo de vida útil de las mismas. El formato mencionado se lo puede observar en el anexo N° 3.

## **Hoja de Funcionamiento de la Máquina**

En toda gestión de mantenimiento preventivo es de gran importancia mantener registros que sean fundamentales en el control tanto de horas de uso, como el control del correcto funcionamiento de las máquinas, por este motivo el investigador crea un formato en el cual se registra el correcto funcionamiento de la máquina luego de realizar el mantenimiento preventivo especificado en el instructivo al cumplir las 1000 horas de uso. Para este efecto el formato cumple con algunos puntos que son importantes para llevar un adecuado control del mantenimiento a continuación se los menciona:

Nombre de la máquina.

Modelo de la máquina.

Fecha.

Espacio suficiente para que la persona encargada del mantenimiento escriba todas las observaciones necesarias.

Total de horas de uso que presenta la máquina.

Una nota especificando que el mantenimiento se lo debe realizar cada 1000 horas de uso.

Los responsables del mantenimiento.

En este formato la persona responsable de realizar el mantenimiento preventivo debe llenar todos los campos disponibles, luego de realizar el mantenimiento según lo indica el instructivo cada 1000 horas de uso. Además esta en la obligación de realizar todas las pruebas verificando el correcto funcionamiento de la máquina y debe colocar todas las observaciones necesarias para que quede registrado y documentado las condiciones en las cuales realiza la entrega de la máquina luego del mantenimiento correspondiente. El Ing. de fabricación es el responsable de controlar y archivar el registro de cada mantenimiento. El formato descrito se lo puede visualizar en el anexo N° 4.

## **Orden de trabajo de Mantenimiento**

Para poder controlar de una forma adecuada los mantenimientos se debe crear un formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento en cual se especifique todos los aspectos que intervienen en el mantenimiento y se describa claramente todos los datos del proveedor. Este formato es aplicable para todas las máquinas del área de fabricación, con el fin de estar en posibilidad de controlar de una manera adecuada se creó diferentes campos que se mencionan a continuación:

Determinar tipo de mantenimiento (Preventivo o Correctivo).

Número del documento.

Fecha

Nombre del proveedor del servicio.

C.I/ RUC.

Supervisor de turno.

Ayudante de turno.

Máquina a realizar mantenimiento.

Trabajo a realizar.

Material utilizado.

Check list.

Nombre y firmas de las personas responsables.

Este formato será de gran ayuda para la persona encargada de controlar los mantenimientos, ya que le permitirá archivar cada orden de mantenimiento en la cual constarán todos los datos necesarios para posteriores revisiones, además constarán todas las personas responsables que realizaron el mantenimiento, pudiendo realizar algún tipo de reclamo al presentar defectos de funcionamiento la máquina que ya fue realizada el mantenimiento. Para un mejor entendimiento se presenta el formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento en el anexo N° 5.

## **Reporte de Mantenimiento**

Con el propósito de mantener registrado y controlado todos los trabajos realizados y los repuestos utilizados en los mantenimientos, se crea un Formato de Reporte de Mantenimiento, este formato servirá en general para reportar el mantenimiento de todas las máquinas del área de fabricación ya que cuenta con varios puntos importantes que sin lugar a dudas serán claves para el control, este documento será de gran ayuda para las personas encargadas de llevar el control y los archivos de los mantenimientos ya que permitirá tener registrado el tipo de mantenimiento y todos los repuestos utilizados, a continuación se muestra todos los puntos de control que contiene el documento antes mencionado:

- Fecha en la que fue realizado el mantenimiento.
- A qué máquina se realizó el mantenimiento.
- Número de orden de mantenimiento.
- Nombre de la persona que realizó el mantenimiento.
- Tipo de mantenimiento (Predictivo, Preventivo o Correctivo).
- Descripción del mantenimiento realizado.
- Repuestos utilizados.
- Descripción de trabajos pendientes.
- Datos de todas las personas responsables.

Se indica que es indispensable llenar todos los puntos de control en este formato ya que permitirán que el Ing. de fabricación lleve un adecuado control de los mantenimientos y los trabajos pendientes a realizar en cada una de las máquinas del área, además este documento permite que en el caso de ser necesario otra persona pueda continuar con el proceso de los mantenimientos, para poder entender de una manera más clara el Formato de Reporte de Mantenimiento, ir al anexo N° 6.

## **Planificación de Mantenimientos**

Con el objetivo de mantener controlada la programación de los mantenimientos preventivos se realiza un documento en el cual se especifica cada una de las máquinas existentes en el área de fabricación y la frecuencia en la cual deberán ser inspeccionadas según el cronograma, documento que será de importante ayuda para el Ing. de fabricación encargado de los archivos y el control de los mantenimientos. Con el objetivo que exista un mejor entendimiento a continuación se detallan los puntos más importantes:

- Área a la que pertenece la programación.
- Máquinas existentes.
- Frecuencia a la que aplica el mantenimiento (Diaria, Por horas de uso, Trimestral, Semestral o Anual).
- Código del registro que aplica.
- Identificación del registro que aplicaría.
- Responsable del mantenimiento.

Como se detallada en el instructivo de mantenimiento de cada máquina, el fabricante recomienda una frecuencia diferente para llevar a cabo el mantenimiento preventivo, razón por la cual es trascendental tener un documento que especifique el tiempo en el cual se debe llevar a cabo los mantenimientos preventivos respectivamente, además este documento contribuye para delegar las personas responsables y mantener documentado todos los mantenimientos existentes en el cronograma. Cabe mencionar que también este documento ya tiene asignado el formato respectivo para la ejecución de cada mantenimiento con lo cual se evita perder tiempo y se consigue inmediatamente llegar al formato deseado, de esta manera la persona encargada tendrá facilidad de llevar a cabo todos los mantenimientos y cumplir efectivamente con los mantenimientos programados en el área. El Formato de Planificación de Mantenimientos se lo puede visualizar en el anexo N° 7.

## Instructivo de capacitaciones para el área de fabricación

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Capacitación	X	DD/MM/AA	IC- ESPCT - XXX	
INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN				

### 1.0 Propósito

---

1.1 Seleccionar el personal a capacitar

1.2 Registrar la capacitación para los operadores del área de fabricación, dicha capacitación permitirá desarrollar mayor competencia del personal y asegurará la conformidad con los requisitos del producto.

1.3 Evaluar los conocimientos adquiridos de los operadores, y la calidad de capacitación recibida.

### 2.0 Alcance

---


2.1 Todas las actividades que tengan relación con evaluaciones y capacitaciones de los operadores del área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A.

### 3.0 Responsabilidades

---

3.1 Recursos humanos e Ingeniero y supervisor de fabricación.- Son responsables de:

- Elaborar un plan anual de capacitación.
- Determinar las necesidades de capacitación de los operarios.
- Planificar las fechas de las capacitaciones.
- Realizar búsqueda y seleccionar la empresa que capacitará a los operarios.
- Evaluar la capacitación y los conocimientos adquiridos por los operarios.

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Capacitación	X	DD/MM/AA	IC- ESPCT - XXX	
INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN				

- Guardar los registros de las capacitaciones, con el fin de mantener el Sistema de Gestión de Calidad.
- 

### **3.2 Todos los operarios.-** Son responsables de:

- Asistir a las capacitaciones programadas.
- Permitir ser evaluados por sus superiores.
- Poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en las capacitaciones.

## **4.0 Requisitos necesarios**


**4.1** Este instructivo se basa en el requisito 6.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación, descrita en la norma ISO 9001 y de la especificación API Q1.

## **5.0 Definiciones**

5.1 NO APLICA

## **6.0 Equipo / software específico**

6.1 NO APLICA

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Capacitación	X	DD/MM/AA	IC- ESPCT - XXX	
INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN				

## **7.0 Desarrollo del procedimiento**

### **7.1 Detección de necesidades de capacitación**

**7.2** Los responsables del área de fabricación son los encargados de identificar los requerimientos específicos de capacitación de los operarios bajo su cargo.

**7.3** Las necesidades de capacitación se deben identificar en base a alguna de las siguientes situaciones:

- Promoción (ascenso)
- Acciones correctivas
- No conformidades en auditorias
- Nuevo equipo
- Actualización de conocimientos
- Trabajo diario
- Otro


**7.4** Se dará capacitación a los responsables del área de fabricación cuando se determine su necesidad.

**7.5** La retroalimentación en temas de trabajo se realizará de manera anual o cuando los encargados del área crean necesario, estas capacitaciones se incluirán en la planificación anual (C-ESPCT- 001), Plan anual de Capacitación.

**7.6** La empresa podrá realizar charlas / difusiones de temas importantes que se registrarán solamente en el Registro de acción y Capacitación (C-ESPCT- 005) y capacitaciones para las que generarán los documentos:

- C-ESPCT-001, Plan Anual de Capacitación
- C-ESPCT-002, Planificación de Capacitación



Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Capacitación	X	DD/MM/AA	IC- ESPCT - XXX	
INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN				

- C-ESPCT-003, Evaluación de Eficacia de la Capacitación
- C-ESPCT-004, Evaluación del Taller

## 7.7 Planificación y desarrollo de la capacitación

**7.7.1** Después de identificar las necesidades de capacitación, los responsables del área de fabricación, elaborarán una planificación, en el Registro de Planificación de Capacitación (C-ESPCT- 002), al principio de cada año, donde deben registrar:


- Identificación de necesidades de capacitación
- Quien la identificó
- A quien va dirigida
- Objetivo de la capacitación
- Situación Actual
- Resultado Esperado
- Fecha programada de la capacitación
- Recursos necesarios

**7.7.2** La planificación de la capacitación será aprobada por Recursos Humanos.

**7.7.3** Se realizará una evaluación del cumplimiento de la Planificación al principio del segundo semestre de cada período y se realizarán los correctivos necesarios en caso de así requerirse.

**7.7.4** La capacitación puede ser “no planificada”, en cuyo caso, el responsable del área de fabricación deberá al final de cada mes enviar a Recursos Humanos el Plan Anual de Capacitación (C-ESPCT-001) actualizado.

**7.7.5** Una vez que se tiene las diferentes planificaciones de capacitaciones, se las registra en el Plan Anual de Capacitación, en el cual además de otra información,

	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Capacitación	X	DD/MM/AA	IC- ESPCT - XXX	
INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN				

se debe determinar la fecha tentativa de evaluación de la efectividad de las capacitaciones.

**7.7.7** La capacitación podrá realizarse mediante:

- **Cursos Externos:**


Los responsables del área de fabricación, pueden determinar la necesidad de la capacitación externa, en cuyo caso seguirán el procedimiento descrito anteriormente y deben solicitar al instructor, el envío de los registros correspondientes en el menor tiempo posible (Registros de asistencia, certificados de aprobación). En estos casos se adjuntará al Registro de Capacitación el certificado de asistencia avalado por el capacitador externo.

Los responsables del área de fabricación, son los encargados de la evaluación de la eficacia de la capacitación externa en el Registro de Evaluación de Eficacia de la Capacitación.

- **Cursos Internos:**

Los responsables del área de fabricación, determinan la necesidad de la capacitación interna, en cuyo caso seguirán el procedimiento descrito anteriormente, y enviar los registros correspondientes en el menor tiempo posible.

El solicitante, o los responsables del área, según sea el caso, son los encargados de la evaluación de la eficacia de la capacitación interna en el Registro de Evaluación de Efectividad de la Capacitación (C-ESPCT- 003).

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Capacitación	X	DD/MM/AA	IC- ESPCT - XXX	
INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN				

## **7.8 Evaluación del curso**

**7.8.1** La evaluación del curso recibido, la realizan los asistentes del curso, a la finalización del mismo, en el Registro de Evaluación del Taller (C-ESPCT-004).

**7.8.2** Los asistentes a la capacitación una vez que esta ha concluido, firmarán el Registro de acción y Capacitación (C-ESPCT-005), en el cual el instructor pone las calificaciones, para el registro en la Matriz de Capacitación y su archivo correspondiente.

**7.8.3** Si la evaluación determina que el operador no aprobó la capacitación, el responsable del área de fabricación establecerá la posibilidad de programar una nueva capacitación o reubicar al operador.

## **7.9 Evaluación de la eficacia de la Capacitación**


**7.9.1** El responsable del área de fabricación evaluará la capacitación en la fecha determinada en el Plan Anual de Capacitación (C-ESPCT-001) y enviará el registro de la Evaluación de la eficacia de la Capacitación (C-ESPCT- 003) al proceso de Recursos Humanos.

## **7.10 Evaluación del empleado**

**7.10.1** Periódicamente se realizará la evaluación del desempeño del trabajador, esta evaluación es realizada por el Ingeniero de Fabricación y utilizará el formato denominado Evaluación del Operario (C-ESPCT-006).

## **8.0 Identificación de peligros y riesgos**

NO APLICA

Proceso:	Revisión:	Efectivo desde	Código:	
Capacitación	X	DD/MM/AA	IC- ESPCT - XXX	
INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN				

## 9.0 Formularios y registros

---

- C-ESPCT-001, Plan Anual de Capacitación
- C-ESPCT-002, Planificación de Capacitación
- C-ESPCT-003, Evaluación de Eficacia de la Capacitación
- C-ESPCT-004, Evaluación del Taller
- C-ESPCT-005, Registro de acción y Capacitación
- C-ESPCT-006, Evaluación del Operario

Realizado por:		Aprobado por:	
Fecha:		Fecha:	

## **Plan Anual de Capacitaciones**

Una vez culminado el instructivo de capacitaciones para el personal del área de fabricación, se realiza un formato que en el futuro servirá para realizar un Plan Anual de Capacitaciones, con el objetivo de tener establecido las fechas tentativas para las futuras capacitaciones, este formato debe ser llenado a principios del año de trabajo, lo que al Ing. de fabricación le permitirá trazar fechas y planificar los trabajos a realizar para que los operadores puedan dedicar el tiempo necesario a las capacitaciones ya sean impartidas por personal interno o externo a la empresa. El formato mencionado antes cuenta con un esquema que contribuye a dar un seguimiento estricto de la planificación que se realizó, a continuación se mencionan los principales ítems:

- Fecha de realización de la planificación.
- Fecha de actualización de ser necesario.
- Tipo de capacitación (Interna o Externa).
- Datos de quien solicita la capacitación.
- Nombre o título de la capacitación.
- Datos del Instructor.
- Objetivo de la capacitación.
- Planificación de tiempo de duración.
- Número de participantes.
- Fecha tentativa de realizar la capacitación.
- Fecha tentativa de realizar la evaluación de eficacia.
- Datos de las personas responsables del área.

Se implementó todos los puntos antes descritos con el objetivo de tener un control estricto y estar en posibilidad de adaptarse al escenario que exija el momento de producción del área de fabricación pudiendo así realizar actualizaciones a la planificación en el caso de ser necesario. El formato de Plan Anual de capacitaciones se lo puede observar en el anexo N° 9.

## **Planificación de Capacitación**

Al observar todas las necesidades que tiene el área de fabricación con respecto a evaluar al personal en sus diferentes propósitos, se crea un formato que sirva para planificar la capacitación a determinado operador. En este formato se crean todos los ítems que el área de fabricación aplicaría en sus diferentes capacitaciones razón por la cual, la persona encargada de la planificación debe identificar la causa de la capacitación y marcar el ítem que aplica, de esta manera los directivos podrán conocer con tiempo suficiente la necesidad de capacitación y aprobarla si lo creen necesario, A continuación se detalla los ítems por lo cual son necesarias las capacitaciones y se realiza una pequeña descripción para garantizar un mejor entendimiento:

**Ingreso a la empresa:** Es necesario dar una capacitación a manera de inducción completa. al nuevo integrante del área de fabricación, explicando la manera en que se trabaja en la empresa y especialmente que reglamentos tendrá que cumplir.

**Transferencia:** En el caso que algún operador tenga que cambiarse a prestar sus servicios en otra área de la empresa obligatoriamente deberá recibir una capacitación en la cual le sepan indicar las nuevas funciones que tendrá.

**Ascenso:** Para el caso de un ascenso el Ing. de fabricación tendrá la obligación de programar una capacitación en la cual indiquen las nuevas funciones que cumplirá la persona ascendida.

**Nuevo Proceso:** Se planificará una capacitación en el caso que se cree un nuevo proceso en el área.

**Nuevo equipo:** En el caso que el área de fabricación adquiera una nueva máquina el Ing. encargado deberá planificar una capacitación en la que expliquen el funcionamiento de la misma. Para poder observar el Formato de Planificación de Capacitación ir al anexo N° 10.

## **Eficacia de la Capacitación**

Una vez que se culminen con las capacitaciones es necesario realizar una evaluación que permita conocer la eficacia de la capacitación y demuestre los conocimientos adquiridos por el personal del área de fabricación, por tal razón se plantea un formato para este fin que cuenta con ciertas interrogantes que permitirán que el Ing. de fabricación pueda comparar entre los conocimientos que los operadores tenían antes y los conocimientos que tienen luego de haber recibido la capacitación, siendo fundamental estos datos en futuras evaluaciones o permitiéndole disponer a los operadores de acuerdo a las destrezas que mejor ellos manejen y de esta manera se disminuya los reprocesos y disminuya el tiempo de entrega en sus productos. Con el deseo que exista un entendimiento adecuado se detalla a continuación las interrogantes que debe manejarse en este formato:

**Objetivo de la capacitación:** En este punto se debe aclarar cuál es el objetivo que se busca obtener en la capacitación.

**¿Se cumplió el objetivo inicial de la capacitación?:** En esta interrogante el encargado del área de fabricación tiene que comparar la respuesta del evaluado entre antes y después de la capacitación y decidir si existen las mejoras deseadas.

**¿El curso impartido ha mejorado los conceptos técnicos del evaluado?:**

**¿Existe aplicación efectiva de los conocimientos adquiridos?:**

**¿La calidad del trabajo del evaluado ha mejorado?:**

**¿Han disminuido los errores?:**

Una vez finalizada la capacitación, el Ing. de fabricación debe evaluar durante las próximas jornadas de trabajo al personal que recibió la capacitación y determinar si existe mejora en todas las interrogantes antes expuestas, llenando el casillero (Si o No) y argumentar el Por qué. El formato de eficacia de la capacitación se lo puede observar en el anexo N° 11.

## **Evaluación del taller**

Luego que se concluye con la capacitación es importante que el personal tenga la libertad de poder evaluar tanto al instructor y al curso que recibió pudiendo colocar una sugerencia o comentario que en próximas capacitaciones ayudarían a mejorar, para lo cual se plantea un Formato de Evaluación del Taller que se divide principalmente en dos etapas; la primera se centra en que la persona capacitada evalúe al instructor, para lo cual se colocan cinco opciones de valoración que se muestran a continuación:

- 1 (Deficiente).
- 2 (Regular).
- 3 (Bueno).
- 4 (Muy bueno).
- 5 (Excelente).

Para completar con la evaluación del instructor se diseñan interrogantes que se encuentran ya establecidas en el formato planteado y la persona que recibió la capacitación da la valoración según le pareció el desenvolvimiento. La segunda etapa trata sobre la evaluación del curso, que de igual manera la persona responsable de realizar esta evaluación es quien recibió la capacitación, pudiendo colocar la valoración de acuerdo al criterio del cumplimiento de las interrogantes que ya se encuentran descritas en el formato planteado. Cabe mencionar que en las dos etapas la persona que recibió el curso tiene la opción de expresar una sugerencia o comentario que crea conveniente para mejorar las futuras capacitaciones, además en este formato no constará el nombre de la persona que llena la evaluación con el deseo que pueda expresar tranquilamente sus comentarios sin tener ningún temor que van existir represarías en días futuros contra él. El formato de la evaluación del taller se lo puede observar en el anexo N° 12 y así entender de una mejor manera lo mencionando anteriormente.



## **Acción y Capacitación**

Por lo general en toda empresa es necesario tener registros que evidencien todas las capacitaciones que ha recibido el personal de las diferentes áreas, pudiendo ser internas o externas según lo amerite el caso, y de esta manera cuando sea preciso utilizar esos conocimientos en favor de la empresa o área que laboran, el encargado de controlar los archivos puede verificar y pedir a la persona que ha recibido cierta capacitación que realice algún trabajo específico de acuerdo a los conocimientos que adquirió antes. Siendo motivo suficiente para diseñar un formato que sirva para registrar a las personas que reciben capacitaciones y todos los datos importantes que deben archivarse en conjunto en el área de fabricación de la empresa donde se realizó el estudio.

El formato que se plantea utilizar en área de fabricación para llevar el control de las personas que son capacitadas cuenta con ítems importantes que se irán detallando a continuación:

**Lugar:** En este ítem es necesario llenar el lugar donde fue dictada la capacitación, además se debe colocar la duración que tuvo la misma.

**Tema:** Es conveniente colocar el tema completo de la capacitación con el objetivo que el archivo este organizado correctamente.

**Área:** En este sitio se debe marcar con una X el área al que va dirigida la capacitación, en caso de no existir ya establecida en el formato se escribirá en el casillero disponible.

**Datos de los capacitados:** Se coloca un lugar específico donde consten todos los datos de las personas que recibieron la capacitación.

**Datos de los instructores:** Se colocan los datos de los instructores que impartieron la capacitación.

Este formato se lo puede observar en el anexo N° 13.

## **Evaluación del Operario**

Una vez que se concluyen con las capacitaciones es necesario evaluar al personal para determinar la cantidad de conocimientos que adquirió y tener claro los conocimientos que aún les falta obtener, por esta razón se plantea un documento donde se colocan modelos de las interrogantes, que el Ing. de fabricación tiene que tomar en cuenta al momento de construir un cuestionario que le permita evaluar ciertos aspectos importantes para mejorar el cuidado de las máquinas, los tipos de mantenimientos que se deben realizar, el manejo de los instrumentos de medición, la habilidad en el manejo de las máquinas herramientas y los conocimientos sobre los objetivos del área de fabricación. Con todas estas evaluaciones logrará que el personal se desenvuelva de una manera correcta logrando así disminuir los tiempos de construcción de las partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K.

El documento que se plantea busca determinar todas las ausencias de conocimientos que tienen los operadores, en lo que se refiere al trabajo diario en el área de fabricación, ya que el Ing. a cargo tiene la obligación de averiguar en qué temas los operadores están teniendo problemas y buscar alternativas que le permitan solventar las dudas y aumentar la habilidad y las destrezas buscando así disminuir los tiempos en las entregas de sus productos, que es la razón por la cual la empresa ha tenido varios problemas económicos e incluso ha perdido clientes importantes que determinan la subsistencia de la misma en el mercado nacional.

Para solucionar lo mencionado antes se debe implementar todos los formatos planteados durante esta investigación que a corto plazo aumentará la productividad del área de fabricación, provocando que la empresa este en posibilidades de cumplir con los contratos conseguidos y a mediano plazo pueda ubicarse nuevamente en el mercado nacional pudiendo competir en igualdad de condiciones con otras empresas que ofrecen los mismos servicios. Para que exista un mejor entendimiento se presente el formato mencionado anteriormente en el anexo N° 14.

## **Beneficio de la Propuesta**

El Sistema de Gestión de Mantenimiento que el investigador propone implantar en el área de fabricación, brinda múltiples beneficios a la Empresa “ESP Completion Technologies S.A.” tales como:

- Al realizar un procedimiento específico para el mantenimiento de las máquinas herramientas existentes en el área de fabricación, el mismo que se encuentra detallado paso a paso todas las acciones que deben desarrollarse permite estandarizar las actividades, y que todas las personas que laboran en dicha área puedan conocer del procedimiento y se involucren en los mantenimientos preventivos, de tal forma que alerten sobre las fechas y tengan la predisposición de llenar todos los registros documentales que sean necesarios para llevar un control adecuado de los mantenimientos de las máquinas.
- Al realizar un trabajo de la mano de un Sistema de Gestión de Mantenimiento, permite disponer de instructivos que detallen minuciosamente como realizar el mantenimiento de cada tipo de máquina, permitiéndole así al personal encargado de dicha actividad tener una guía adecuada para mantener controlado y bajo análisis cada etapa del mantenimiento, y así estar en capacidad de incrementar la productividad, al momento de disminuir las paras inesperadas durante la construcción de las piezas.
- También es importante reconocer que el Sistema de Gestión de Mantenimiento permite planificar capacitaciones para el personal, lo que ayudara a cambiar su perspectiva, es decir su preocupación pasará de ser únicamente el cumplimiento de sus tareas a la preocupación por todo el proceso desde el inicio al fin cuando se entrega el producto final, logrando así un trabajo en equipo y el apoyo permanente.

## **Impacto Ambiental**

Al Implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento enfocado a las máquinas herramientas del área de fabricación de la empresa ESP Completion Technologies S.A, se pretende crear conciencia en el personal que se encuentra involucrado, de tal manera que este en capacidad de realizar un manejo eficaz de los recursos y pueda disminuir los desperdicios como pueden ser: materiales absorbentes, agua, energía eléctrica, teléfono y combustibles, todos los recursos mencionados serán utilizados de una forma eficiente, además se incorporará disolventes biodegradables que ayuden a reducir el impacto al medio ambiente es decir el mismo influirá positivamente al entorno en el que vivimos.

## **Evaluación económica**

Una vez implantado el Sistema de Gestión de Mantenimiento mejorará algunos aspectos financieros de la empresa, puesto que permitirá mantener un control adecuado de los repuestos a utilizar en los mantenimientos, permitiéndole así mantener en stock lo justo y necesario, también aumentaría significativamente la vida útil de las máquinas, herramientas involucradas en el proceso de construcción de partes de los cabezales de pozo, asimismo con las capacitaciones proporcionadas a los operadores el área de fabricación mejorará las habilidades de ellos y evitará caer en reprocesos y demoras no planificadas. Todas las actividades descritas contribuirán para mejorar la situación económica de la empresa puesto que al tener controlado los tiempos de construcción, la organización podrá planificar eficazmente los tiempos de entrega de sus productos evitando así incurrir en multas por retrasos en las entregas, igualmente el área de fabricación podrá realizar mayor cantidad de partes de los cabezales de pozo utilizando la misma cantidad de horas hombre y con las mismas herramientas, esto generará mayores utilidades para la empresa donde se realizó el estudio.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

- Durante el desarrollo de la propuesta se revisó información del estado actual de las máquinas herramientas dando como resultado que el 80% de las causas de paras se deben a daños por desgastes en rodamientos, bocines y guías, también se evaluó los conocimientos de los operadores que intervienen en el proceso de construcción de partes del cabezal de pozo Multibowl 3 1/8 5K, evidenciando que el 5,82% de tiempos muertos es causado por desconocimiento y falta de habilidad de los operadores, todos estos datos fueron recabados con el propósito de determinar un adecuado Sistema de Gestión de Mantenimiento. Estos datos se pueden evidenciar en la tabla N° 7.
- Toda la información recabada durante el avance de la propuesta permitió establecer la necesidad de realizar un diseño documental de instructivos para realizar mantenimientos preventivos periódicos, permitiendo así mantener controlado el estado de todas las máquinas herramientas y corregir las paras durante el proceso de construcción, con lo que mejorará los tiempos de producción y aumentará un promedio del 16%.
- También se notó, la falta de experiencia en la lectura de planos y habilidad de los operadores del área de fabricación, razón por la cual el investigador desarrollo un instructivo de capacitaciones que se adapte al escenario actual de las necesidades de conocimientos, y pueda ser de gran aporte ya que permitirá planificar y controlar en cumplimiento de las capacidades requeridas, además se diseñó diferentes formatos que permiten mantener un sistema documental controlado.

## Recomendaciones

- Se recomienda revisar y aprobar los instructivos y formatos diseñados por el investigador, ya que esto contribuirá a que el área de fabricación tenga un sistema documental donde puedan controlar estrictamente los mantenimientos preventivos a realizar en todas las máquinas herramientas, también mantengan controlado los periodos convenientes para capacitar a todos los operadores y esta manera se disminuya los mantenimientos correctivos y aumente la productividad del área de fabricación.
- Es necesario que los encargados del área planifiquen el mantenimiento de las máquinas herramientas de acuerdo al cronograma y controlen apropiadamente las horas de trabajo de cada máquina para que puedan adquirir con el tiempo suficiente, los insumos para el respectivo mantenimiento, además es recomendable que registren todos las inspecciones diarias que realiza el operador con el fin de detectar cualquier mal funcionamiento de las máquinas y corregirlo a tiempo.
- Se recomienda realizar una planificación anual de capacitaciones para el personal del área de fabricación donde puedan pulir conocimientos sobre el correcto uso de las máquinas herramientas, mantenimiento preventivo, conocimientos generales del funcionamiento de las partes que ellos fabrican y la visión y objetivos de la empresa, todas estas capacitaciones se sugiere que se evalúen con el objetivo de conocer el estado de conocimientos de cada operador, al implementar las recomendaciones se reduciría los tiempos de entrega de las partes del cabezal Multibowl 3 1/8 5K.

## **Bibliografía**

- Alzate Guzmán, N., & Sánchez Castaño, J. E. (2013). Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo " Clásico de dama" en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Ingeniería Industrial.
- Angel Maldonado, José. Gestión de procesos (o gestión por procesos). Madrid, ES: B - EUMED, 2011.
- Bertrand L, H., & Prabhakar M, G. (1990). Contro de calidad: teoría y aplicaciones. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Chase, R. B., Jacobs, F. r., & Aquilano, N. J. (2005). Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. México D.F.: MC Graw-Hill Interamerica.
- González Fernández, F. J. (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid: Fundación Confemetal.
- Goñi Zabala, J. J. (2012). "MENTEFACTURA" El cambio del modelo productivo, innovar sobre las intangibles del trabajo y de la empresa. Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.
- <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2014/02/1-Codigo-Organico-de-la-Produccion-Comercio-e-Inversiones-pag-37.pdf>
- <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>
- [http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- <http://www.tecnomaquinaria.com/>
- <http://www.uti.edu.ec/>
- Namakforoosh, M. N. (2005). Metodología de la investigación. México: LIMUSA, S.A, DE C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES.
- Orozco Tandazo, O. V. (2015). Análisis del proceso de rolado de tubería para la fabricación de Paneles y ductos refrigerados y su incidencia en la productividad del taller de ingeniería de la planta fundidora en la empresa ADELCA C.A. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.

- Prieto Moreno, B., Santidrián Arroyo, A., & Aguilar Conde, P. (2006). Contabilidad de costes y de gestión. Madrid: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Burgos.
- Ramírez Hernández, C. A. (2010). Estudio de Tiempos y Movimientos en el Área de Evaporador. Santiago de Querétaro: Universidad Tecnológica de Querétaro.
- Shigley, J. E. (s.f.). Teoría de máquinas y mecanismos. McGraw-Hill.
- Vargas Sánchez, G. (2006). Introducción a la teoría económica. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Vaughn, R. C. (1988). Introducción a la Ingeniería Industrial. Barcelona: Reverte S.A.
- Zorrilla Arena, S. (2004). Cómo aprender Economía: Conceptos básicos. México: EDITORIAL LIMUSA, S.A DE C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES.



# ANEXOS